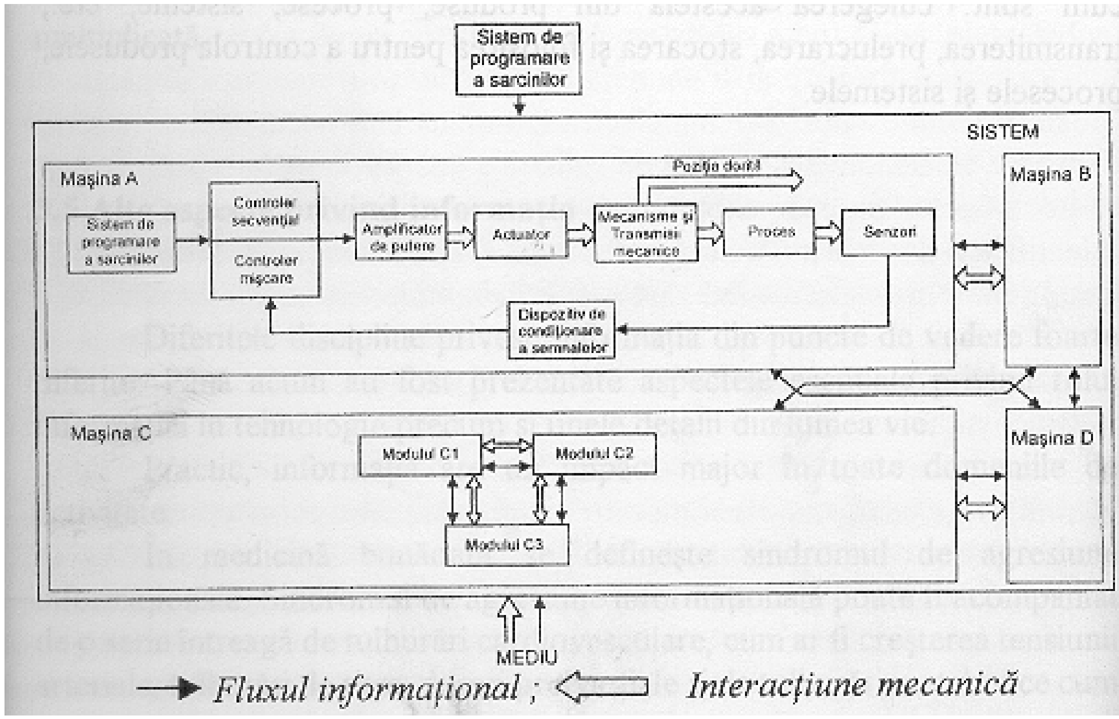
STRUCTURA HARDWARE A UNUI SISTEM MECATRONIC



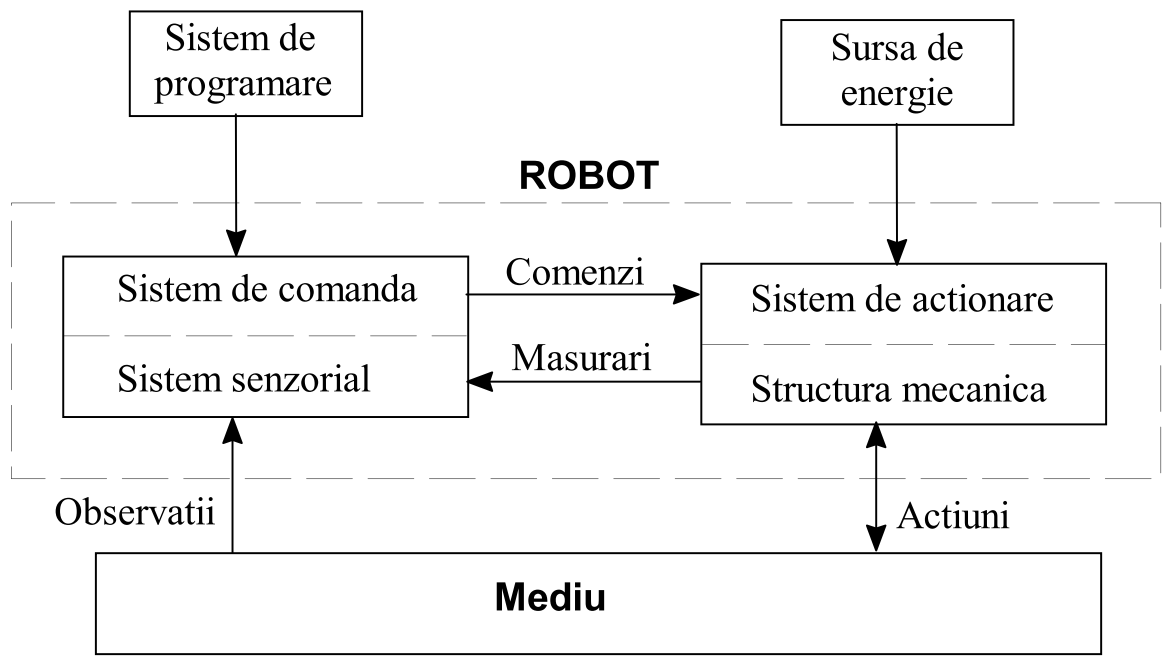
•**Sistemul de programare a sarcinilor –** *Constituit din Microprocesor sau Microcontroler* (genereaza miscarile dorite si secventele acestora, in concordanta cu cerintele sau comenzile transmise).
•**Controlerul de secvente si miscare** – compara parametrii curenti ai miscarii cu cei impusi si realizeaza corecturile necesare.
•**Amplificatorul de putere** – amplifica semnalul in concordanta cu cerintele actuatorului.
•**Actuatorul** – transforma semnalul corectat in semnal de intrare (moment, forta, viteza) in accord cu cerintele procesului.
•**Mecanismele si transmisiile mecanice** – realizeaza adaptarea parametrilor actuatorului la cerintele impuse de procesul tehnologic.
•**Senzorii** – prelucreaza informatii privind parametrii procesului si transmit semnale corespunzatoare controlerului miscarii.
•**Dispozitivul de conditionare a semnalelor** – Filtre, amplificatoare etc. care prelucreaza semnalele in concordanta cu cerintele impuse de intrarea in controlerul miscarii.

OBS: functie de natura sistemului, modulele pot fi combinate mai multe intr-un singur element iar structura acestora este influentata in permanenta de progresele tehnice

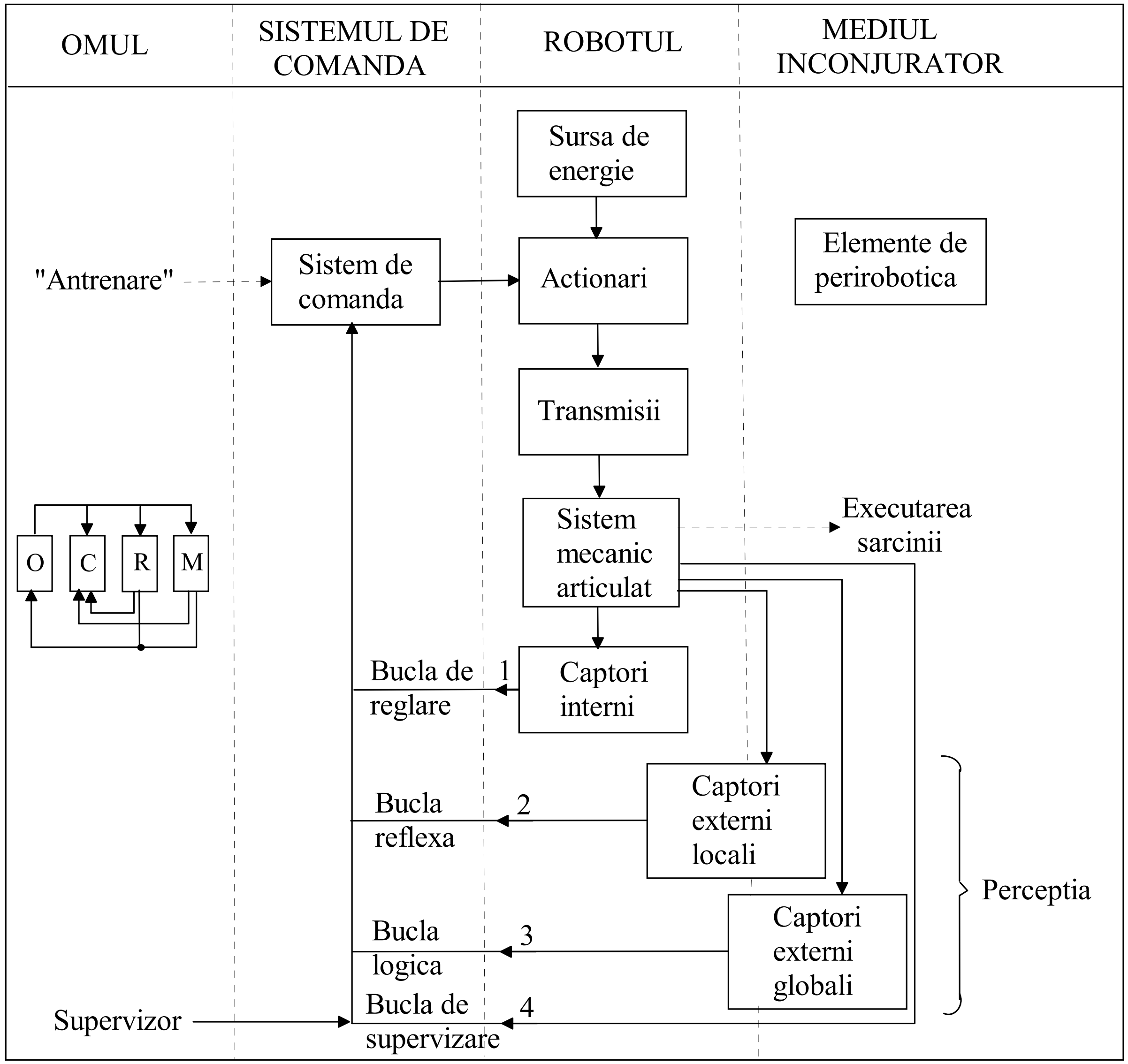
UNIVERSITATEA TEHNICA GHEORGHE ASACHI DIN IASI
FACULTATEA DE MECANICA

UNIVERSITATEA TEHNICA GHEORGHE ASACHI DIN IASI
FACULTATEA DE MECANICA

Schema structurală a unui robot



Fără a pierde din generalitate, schema de mai sus poate fi modificată şi prezentată ca in continuare, astfel încât să fie puse mai bine în evidență subsistemele funcționale.



Legenda: O - Om; R - Robot;
C - Sistem de comanda; M - Mediul inconjurator;

UNIVERSITATEA TEHNICA GHEORGHE ASACHI DIN IASI
FACULTATEA DE MECANICA

SISTEMUL DE ACŢIONARE AL ROBOŢILOR

Rol - de a realiza deplasarea dispozitivului de prehensiune şi a obiectului de manipulat pe o traiectorie, pe baza semnalelor furnizate de sistemele de comandă (SCR) şi a energiei furnizate de o sursă

Alegerea sistemului de acţionare:
- clasa de operaţii şi mediul de lucru;
- viteza de deplasare;
- precizia de poziţionare;
- capacitatea de manipulare;
- spaţiul de lucru;

	Electric	Pneumatic	Hidraulic	Mixte
1972	4%	43%	53%	-
1975	6%	23%	71%	-
1983	30%	21%	40%	9%

Tendinte:

• Generalizarea *servoactionarii electrice* la robotii industriali cu sarcina portanta max. de 100-150 daN (>90%din roboti) si extinderea tipurilor "direct drive" (motorul cuplat direct cu elementul antrenat);

• Preferința, în continuare, pentru *acționările pneumatice* pentru aplicații de montaj, unde sunt necesare viteze mari de poziționare a efectorului robotului industrial iar sarcinile de manipulat de 0,5-10 daN (aproximativ 7% din roboții industriali aflați actual în exploatare);

• Restrângerea domeniului de utilizare a *acționării hidraulice* la sub 3% din totalul roboților actuali din exploatare, fiind totuşi preferată pentru pentru roboți de gabarit mare (manipularea sarcinilor de peste 150 daN) şi pentru condiții de operare speciale (mediu exploziv, temperaturi mari etc.).

UNIVERSITATEA TEHNICA GHEORGHE ASACHI DIN IASI
FACULTATEA DE MECANICA

Cerințele pentru motoarele din cadrul SAR sunt:

- ❑ să dezvolte cupluri motoare ridicate la gabarite reduse;
- ❑ să aibă momente de inerție reduse pentru facilitarea poziționării;
- ❑ să fie compatibile cu sistemul de comandă;
- ❑ să fie insensibile la perturbațiile din exterior.
- ❑ Între SAR și celelalte sisteme ale roboților industriali există o interdependență reciprocă.

Acționarea cuplelor cinematice se poate face:

✓*direct* (axă motor – axă articulație) – se elimină jocurile mecanice, scad momentele de inerție, dar cresc greutatea și puterea motorului;

✓prin *organ de transmisie*

UNIVERSITATEA TEHNICA GHEORGHE ASACHI DIN IASI
FACULTATEA DE MECANICA

Acționarea hidraulică

OBS: A fost cel mai răspândit tip de acționare însă după 1980 se constată o tendință de scădere a acestui tip de acționare.

Avantaje

Robustețe, puteri de acționare mari, greutăți reduse ale componentelor corespunzătoare acestor puteri, posibilități de reglare bune (în mod obişnuit nu necesită mecanisme suplimentare pentru transmiterea şi transformarea mişcării în cuplele cinematice conducătoare), domeniu mare de reglare a vitezelor în mod continuu, viteză mare şi uniformitate la inversarea sensului mişcării.

Dezavantaje

Sensibilitate la modificarea temperaturii mediului ambiant, necesitatea unui grup de acționare hidraulic (generator hidraulic), utilizarea unor echipamente de comandă uneori complicate.

Un circuit hidraulic, indiferent de rolul pe care-l îndeplineşte într-un sistem, este constituit dintr-o multitudine de rezistențe hidraulice, aflate în partea de comandă sau de forță,

Acționarea pneumatică

OBS.: Este cea mai facilă și se constată o creștere a aplicabilității ei în cadrul SAR.

Avantaje

Viteze mari de acționare, elasticitate crescută, posibilități de conectare la rețeaua de aer comprimat; este asemănătoare în anumite privințe cu acționarea hidraulică dar lipsesc conductele de retur și are o sensibilitate mai mică la modificările de temperatură;

Dezavantaje

Se folosesc presiuni mici (4-5 daN/cm^2) ceea ce nu permite dezvoltarea unor forțe mari, performanțe de precizie și dinamice reduse datorită compresibilității aerului și vitezei de propagare scăzute a semnalelor precum și a comutației mai lente.

UNIVERSITATEA TEHNICA GHEORGHE ASACHI DIN IASI
FACULTATEA DE MECANICA

Acționarea electrică

OBS.: Există tendința de a fi tot mai mult utilizată.

Avantaje

Existența disponibilităților de energie electrică, asigurarea de caracteristici dinamice superioare pentru un domeniu mare de reglare al vitezelor, precizia ridicată de poziționare, compatibilitatea mare cu sistemele de comandă și construcția senzorilor, adoptarea comenzilor numerice. De asemenea, utilizarea motoarelor electrice pas cu pas înlătură traductoarele de poziție iar cuplele cinematice de translație pot fi acționate cu motoare electrice liniare.

Dezavantaje

Necesitatea utilizării unor mecanisme suplimentare pentru adaptarea vitezei unghiulare și a momentului motor la cerințele concrete de mișcare ale cuplelor conducătoare, cuplarea acestor mecanisme făcându-se prin reductoare fără joc mecanic, cu inerție redusă și elasticitate mică.

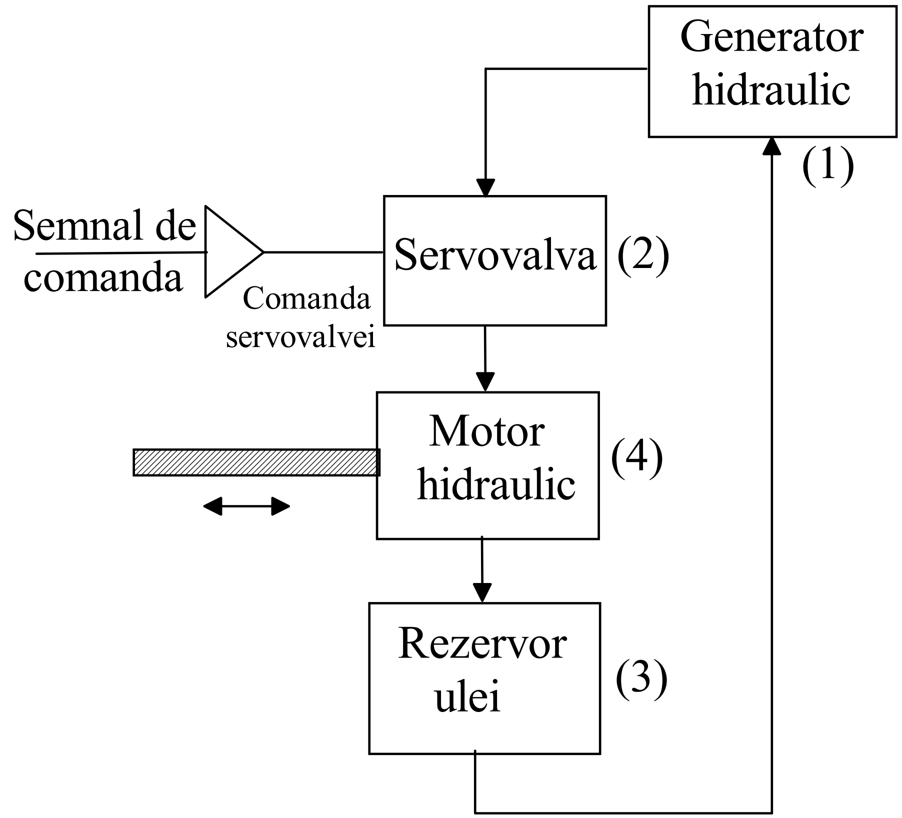
Acționări hibride (combinate)

Acestea îmbină avantajele acționărilor descrise mai înainte dar duc la o construcție mai complexă. Au apărut convertori electro, pneumo sau fluido-mecanici care transformă un semnal de intrare electric, fluidic sau pneumatic în unul mecanic analog, ca de exemplu: motoarele torsionale, electromagneții proporționali. Au apărut de asemenea servomecanismele electro-hidraulice, servovalvele, amplificatoarele hidraulice de cuplu antrenate la arborele de comandă de motoare electrice pas cu pas.

UNIVERSITATEA TEHNICA GHEORGHE ASACHI DIN IASI
FACULTATEA DE MECANICA

ACȚIONAREA HIDRAULICĂ

Organizarea unei instalații hidraulice

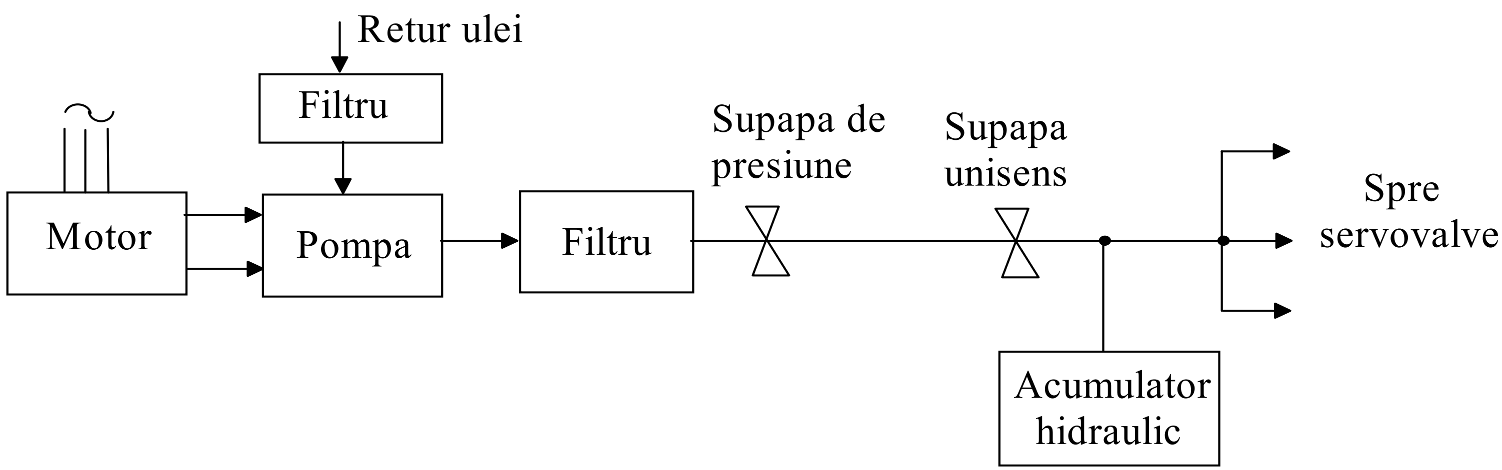


Circuitul hidraulic al unui braț manipulator

UNIVERSITATEA TEHNICA GHEORGHE ASACHI DIN IASI
FACULTATEA DE MECANICA

UNIVERSITATEA TEHNICA GHEORGHE ASACHI DIN IASI
FACULTATEA DE MECANICA

Schema unui generator hidraulic



UNIVERSITATEA TEHNICA GHEORGHE ASACHI DIN IASI
FACULTATEA DE MECANICA

Tipuri de sisteme de acționare hidraulice

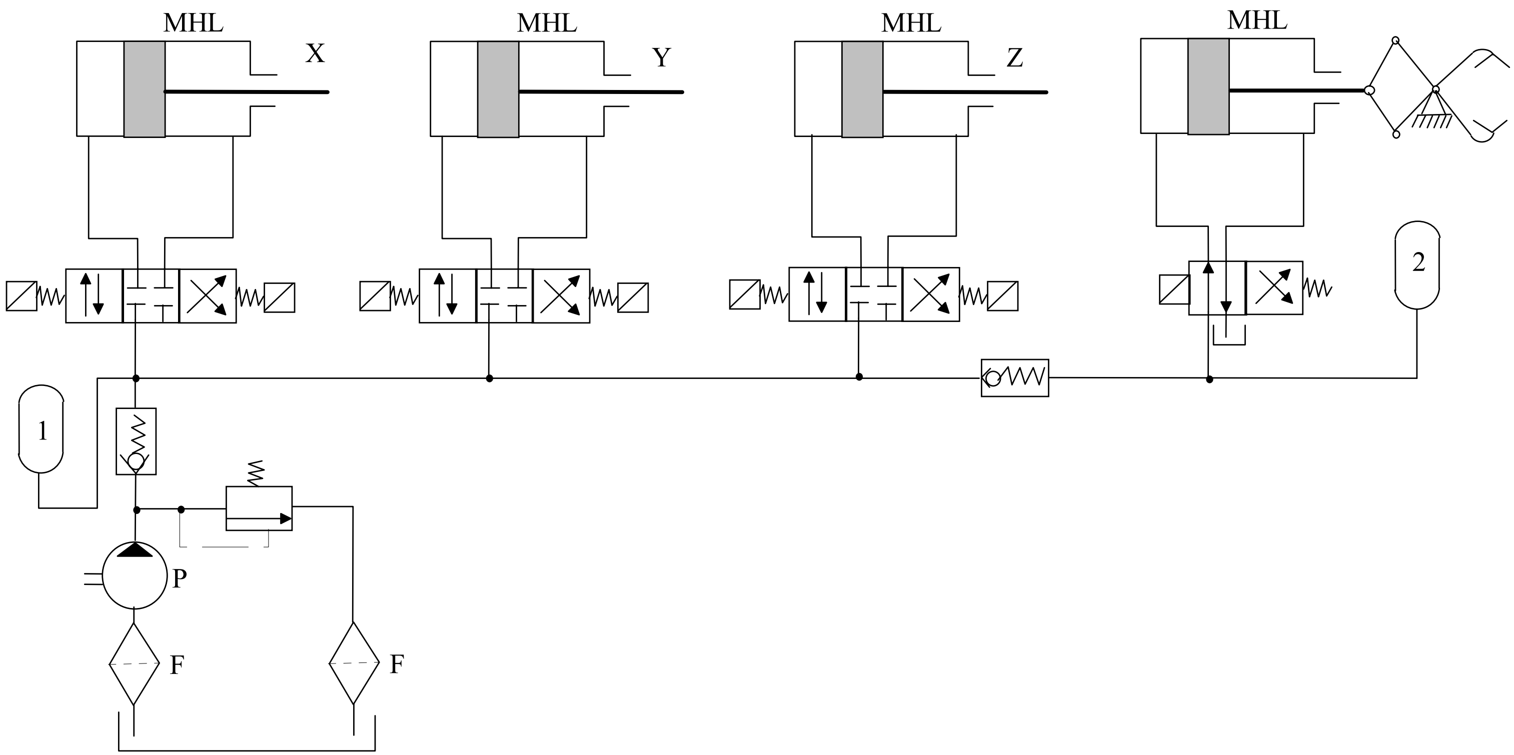
- ***Sisteme hidraulice de poziţionare cu comandă secvenţială***
  - sisteme în circuit deschis la care fluxurile energetic și informațional se transmit unidirecțional
  - precizia de poziționare a elementelor de execuție se obține cu ajutorul opritorilor rigizi, reglabili sau nereglabili, sau cu limitatori de cursă.
- ***Sisteme electrohidraulice deschise, cu comandă numerică***
  - folosesc motorul hidraulic pas cu pas, care transformă impulsurile de comandă în deplasări unghiulare sau liniare.
- ***Sisteme electrohidraulice de urmărire***
  - sisteme în circuit închis, cu traductori de reacție.
  - elementele de comandă caracteristice lor sunt servovalvele.

După structura transformatorului hidrostatic pot fi sisteme:

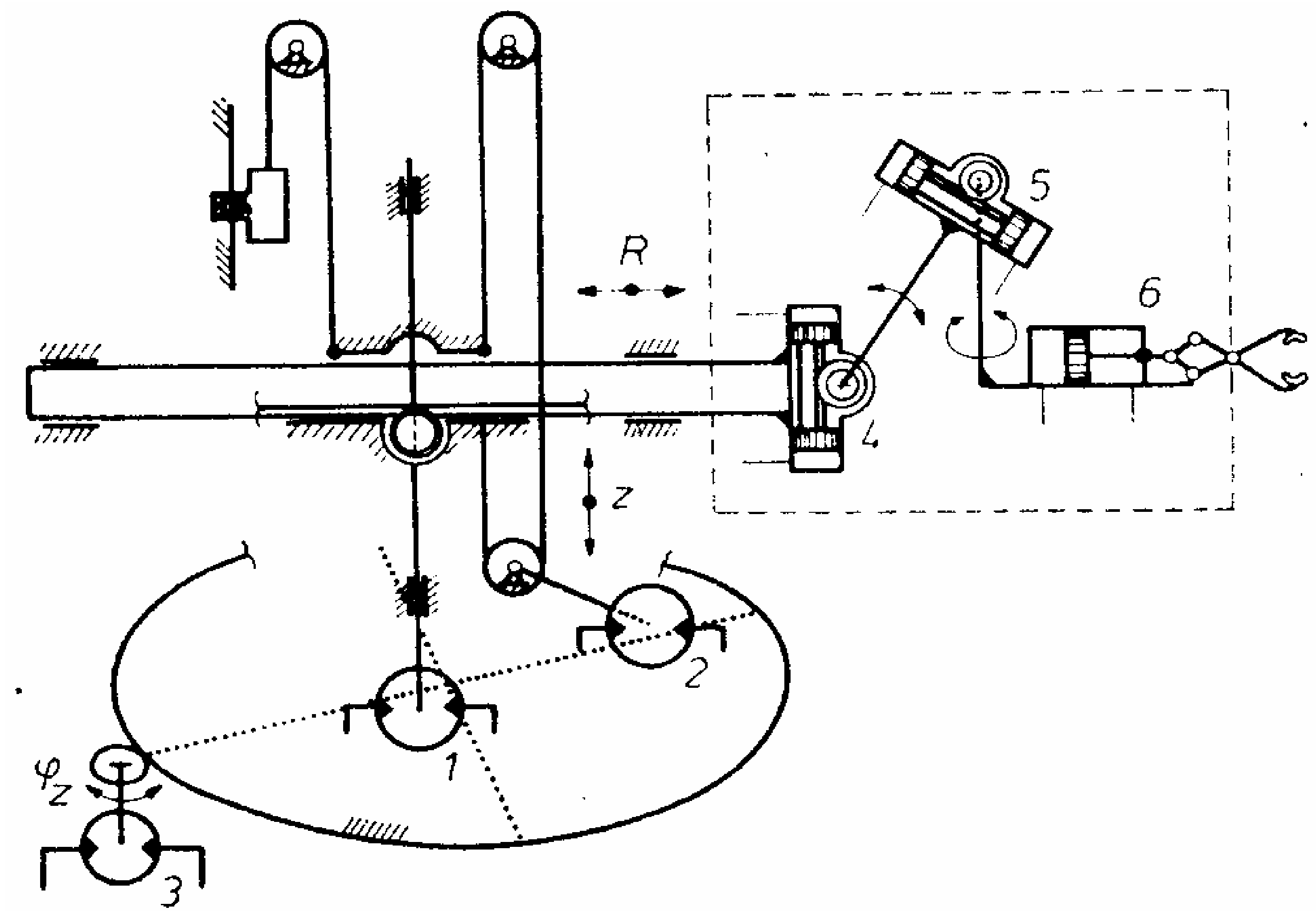
- *monogenerator – multimotor*;
- *multigenerator – multimotor*.

UNIVERSITATEA TEHNICA GHEORGHE ASACHI DIN IASI
FACULTATEA DE MECANICA

Schema hidraulică de acționare a unui manipulator



Sistemul de acționare hidraulică a unui robot tip VERSATRAN



UNIVERSITATEA TEHNICA GHEORGHE ASACHI DIN IASI
FACULTATEA DE MECANICA

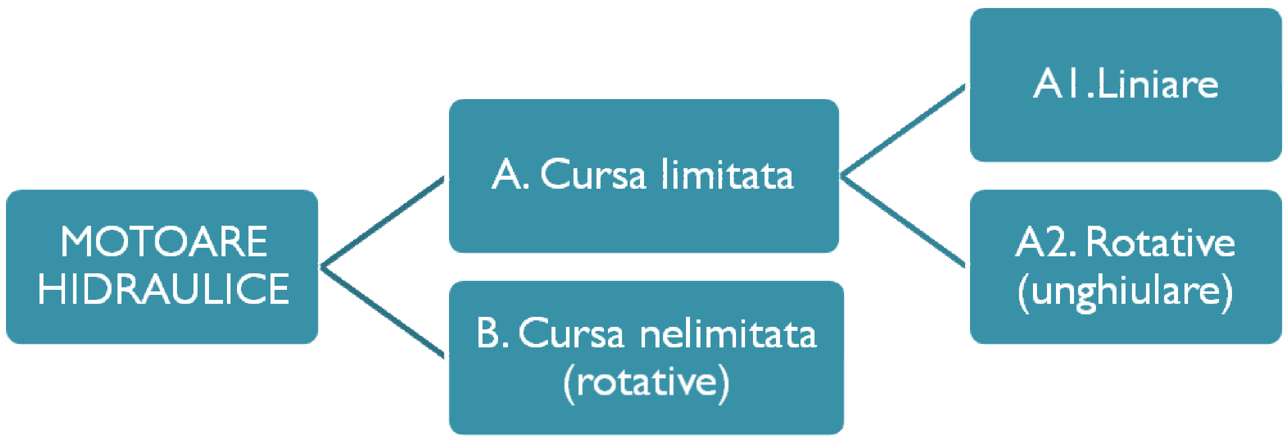
Din punct de vedere energetic sistemele de acționare hidraulice arată astfel:

Pompa volumica —energia hidrostatica (presiune x debit)→ Motor hidraulic —energie mecanica (forta x viteza sau moment x viteza unghiulara)→ Mecanism

UNIVERSITATEA TEHNICA GHEORGHE ASACHI DIN IASI
FACULTATEA DE MECANICA

UNIVERSITATEA TEHNICA GHEORGHE ASACHI DIN IASI
FACULTATEA DE MECANICA

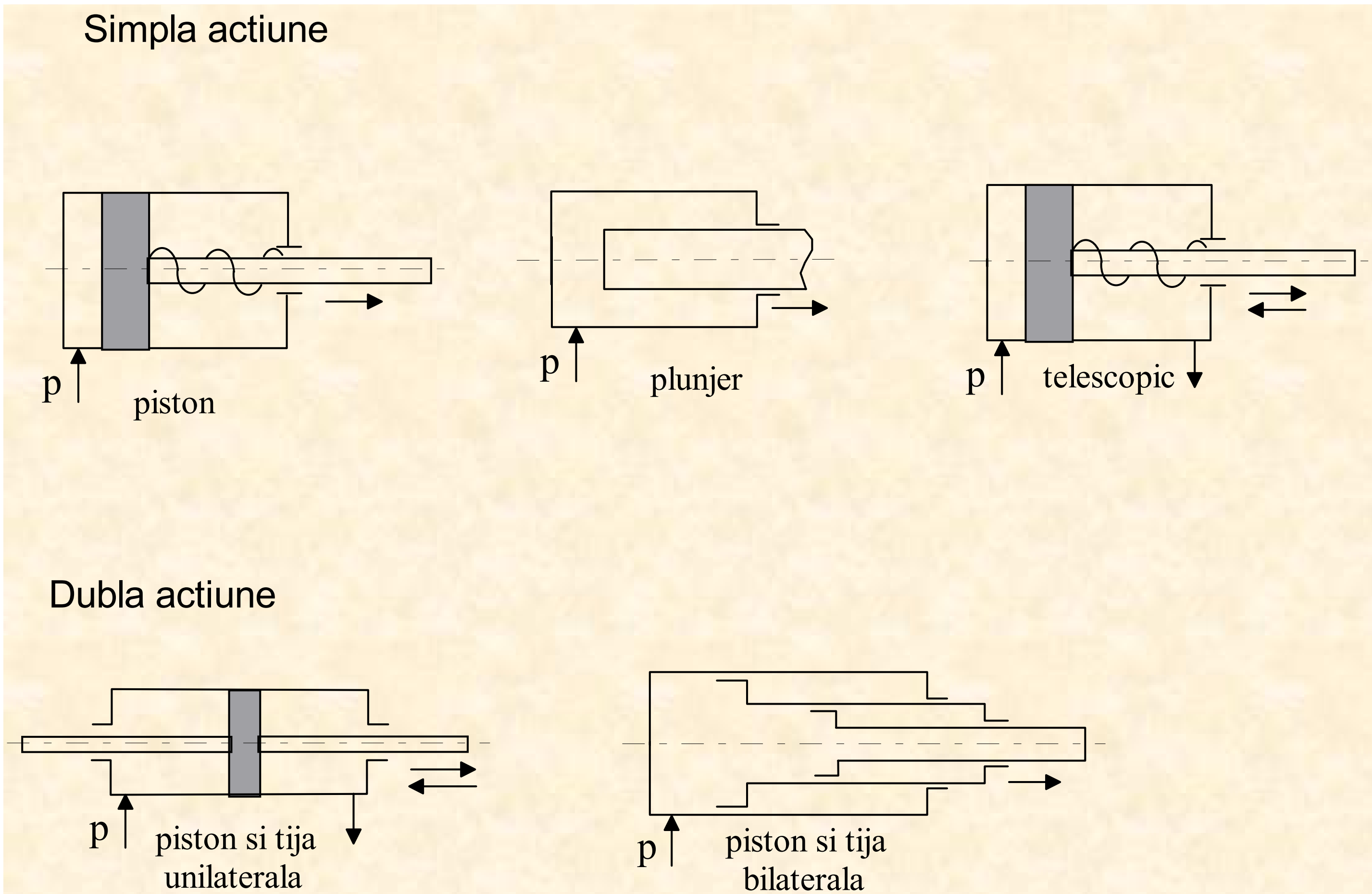
Clasificarea motoarelor hidraulice



UNIVERSITATEA TEHNICA GHEORGHE ASACHI DIN IASI
FACULTATEA DE MECANICA

A1.1. *Motoare hidraulice liniare (cilindri)*

- Clasificare în funcție de numărul direcțiilor în care cilindrul face deplasarea precum și în funcție de construcția sa:

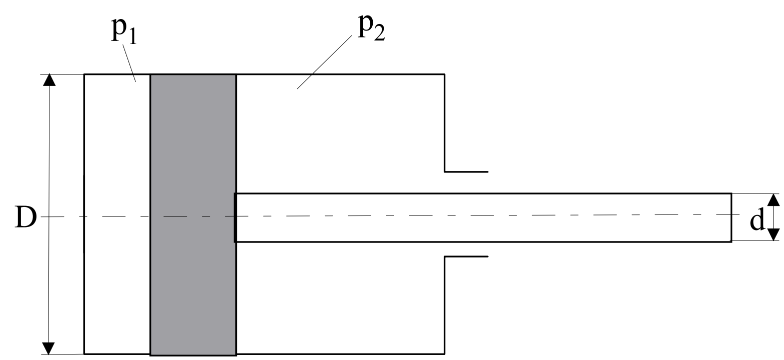


UNIVERSITATEA TEHNICA GHEORGHE ASACHI DIN IASI
FACULTATEA DE MECANICA

Forța la tija pistonului : $F = p_1 \cdot \frac{\pi D^2}{4} - p_2 \cdot \frac{\pi (D^2 - d^2)}{4} - p_a \cdot \frac{\pi d^2}{4} - F_f$

p_a - presiunea atmosferică

p_1 , p_2 , D și d - parametrii din figura de mai jos



Puterea hidraulică consumată pentru dezvoltarea forței *F* este:

$$P = \frac{p \cdot Q[l / min]}{612}$$, [kW]

A1.2. Motoare hidraulice liniare numerice

La acest tip de motor poziția este obținută printr-o informație numerică de comandă.

Această tehnologie asigură:

- simplificarea interfețelor
- simplificarea funcțiilor de control
- sensibilitate la perturbațiile mici.

Tipuri de comenzi numerice

Comandă absolută (totală)

- informația numerică, codificată prin "n" biți, corespunde unei poziții a motorului

Comandă incrementală

- numărul de impulsuri de presiune constituie informația pentru poziție; acest tip de comandă necesită utilizarea unei memorii

Comandă mixtă

- combinație a celorlalte două

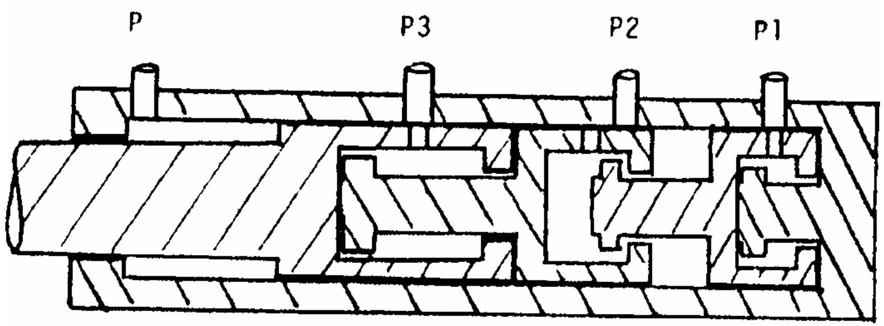
UNIVERSITATEA TEHNICA GHEORGHE ASACHI DIN IASI
FACULTATEA DE MECANICA

UNIVERSITATEA TEHNICA GHEORGHE ASACHI DIN IASI
FACULTATEA DE MECANICA

Comandă absolută (totală)

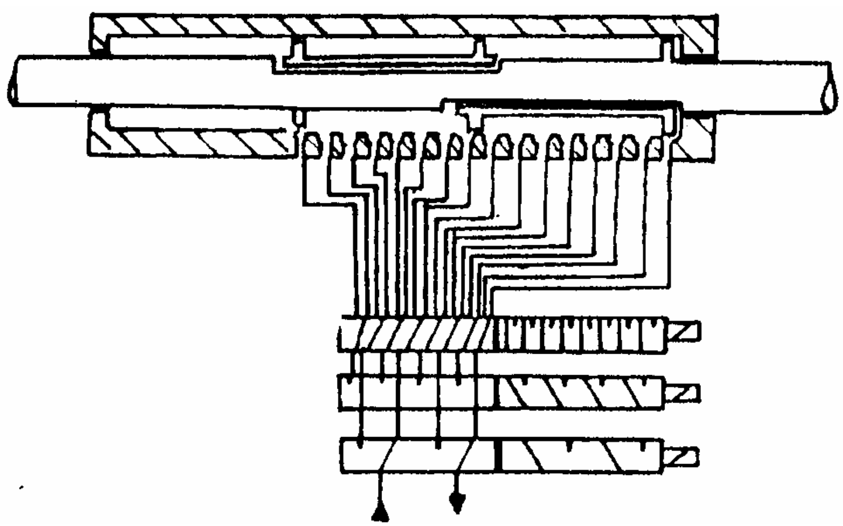
Se poate face în două moduri:

❑ Utilizând "n" cilindri (sau tije de cilindri) de lungime $2^i \cdot x$, cu *i* variind de la *0* la *n-1*, iar *x* fiind o lungime de bază



Cilindru numeric cu pistoane multiple

❑ Utilizând combinarea a 2^n orificii de alimentare (și tot atâtea de evacuare) astfel încât unui orificiu de alimentare îi corespunde o poziție specifică a tijei. Comutarea alimentării se realizează prin "n" distribuitoare.



Cilindru numeric cu dublu efect

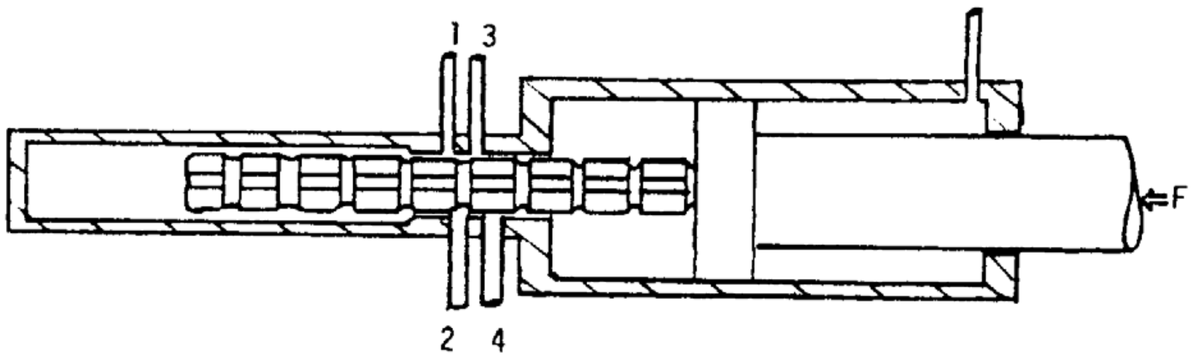
UNIVERSITATEA TEHNICA GHEORGHE ASACHI DIN IASI
FACULTATEA DE MECANICA

Comandă incrementală

Se realizează în două variante:

- Prin comandă secvențială directă a cilindrului
- Prin creștere a debitului, deplasând printr-un motor pas cu pas tija unui distribuitor

Construcția unui cilindru incremental



1	2	3	4
PI	I	PJ	I
I	PI	I	PJ
PJ	I	PI	I
I	PJ	I	PI

- Cilindrul este format dintr-un corp în care se deplasează o tijă prevazută cu "m" caneluri cu orificiu radial și cu o perforare axială
- Patru orificii de alimentare, de pe corp, asigură avansul secvențial al tijei.
- Poziția lor este în așa fel încât un orificiu din cele patru este în dreptul unui orificiu radial din tijă în timp ce celelalte sunt închise prin prezența tijei

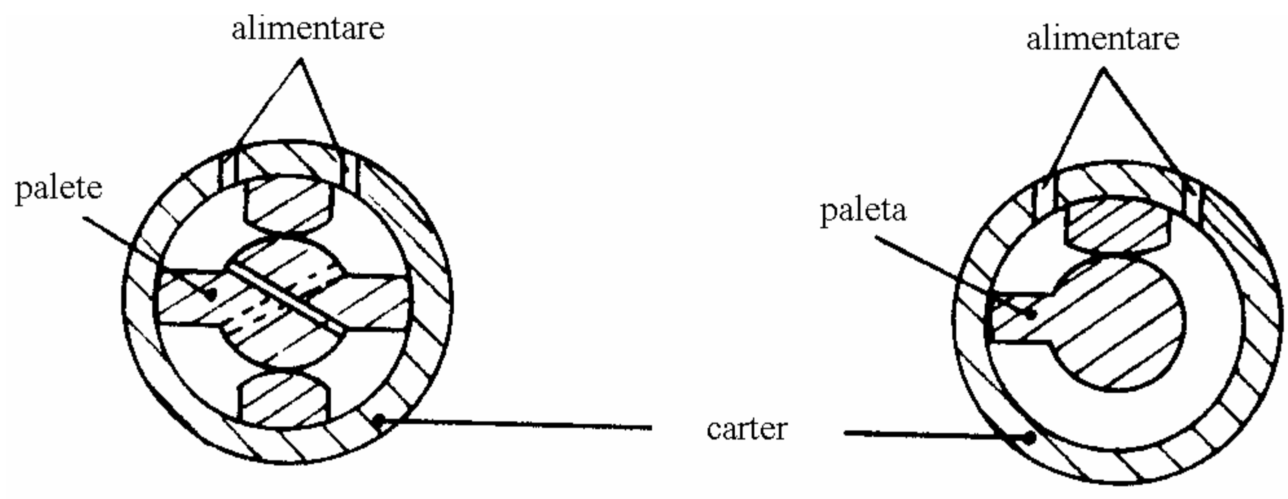
PI – Presiune înaltă

PJ – Presiune joasă

I – Închis

UNIVERSITATEA TEHNICA GHEORGHE ASACHI DIN IASI
FACULTATEA DE MECANICA

A2. Motoare hidraulice cu cursa limitată rotative



Motoare cu cursă limitată cu palete

UNIVERSITATEA TEHNICA GHEORGHE ASACHI DIN IASI
FACULTATEA DE MECANICA

B. Motoarele hidraulice rotative

Motoarele hidraulice rotative pot fi:

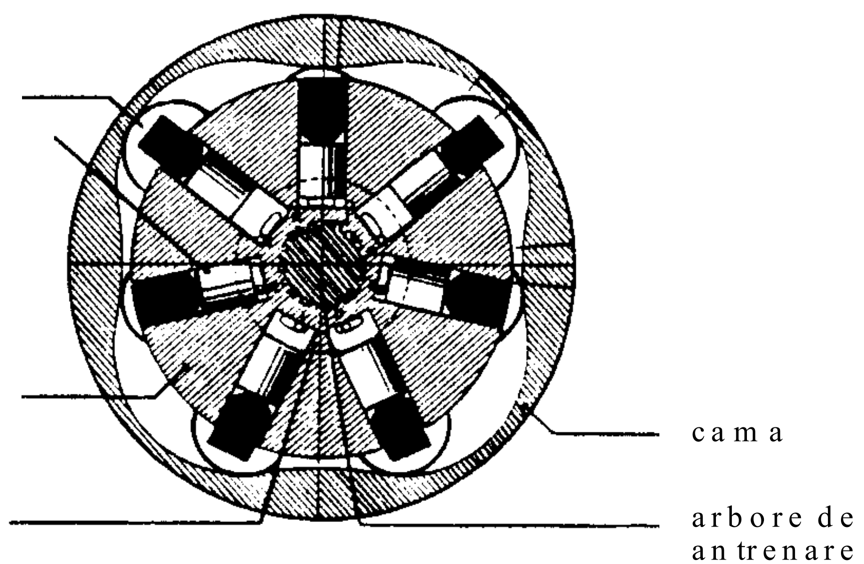
- cu roți dințate;
- cu palete;
- cu pistoane radiale;
- cu pistoane axiale.

Puterea mecanică produsă la axul motorului are expresia: $P_M = \dfrac{M \cdot n}{97 \cdot 403}$, [kW]

Puterea hidraulică consumată are expresia: $P = \dfrac{p \cdot Q}{612 \cdot \eta_m \cdot \eta_v}$, [kW]

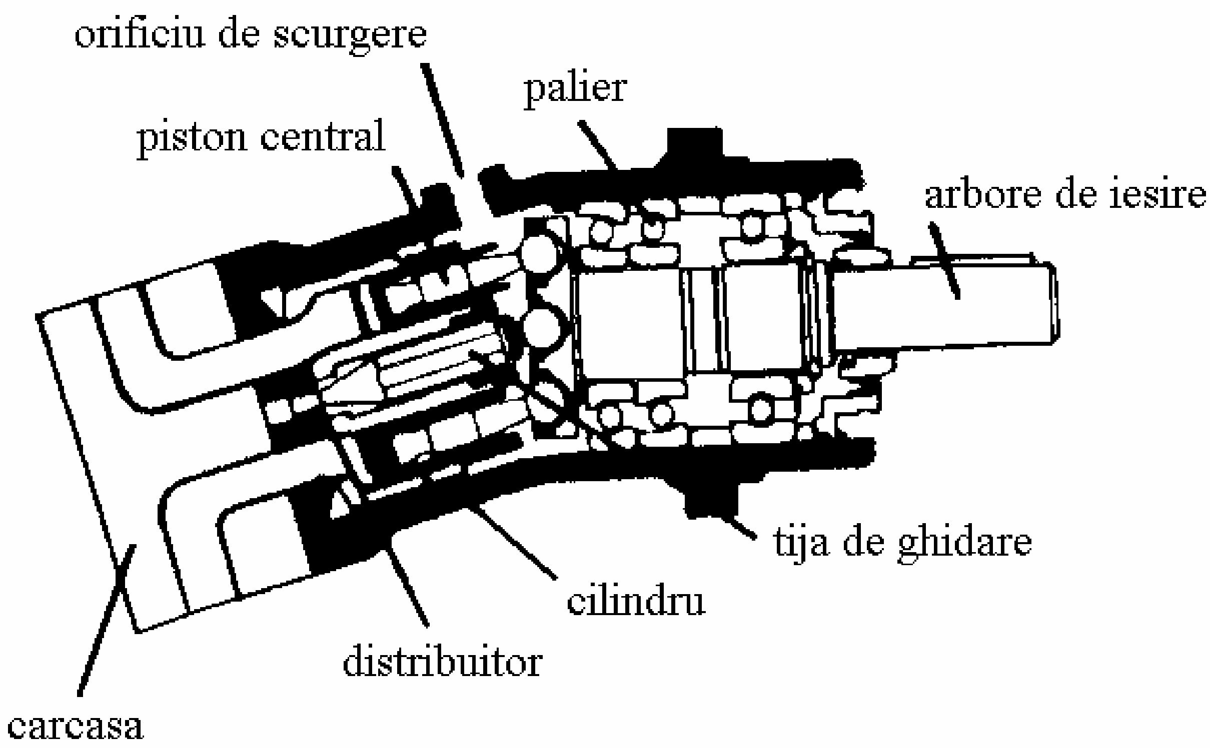
(η_m este randamentul mecanic)

Motor cu pistoane radiale



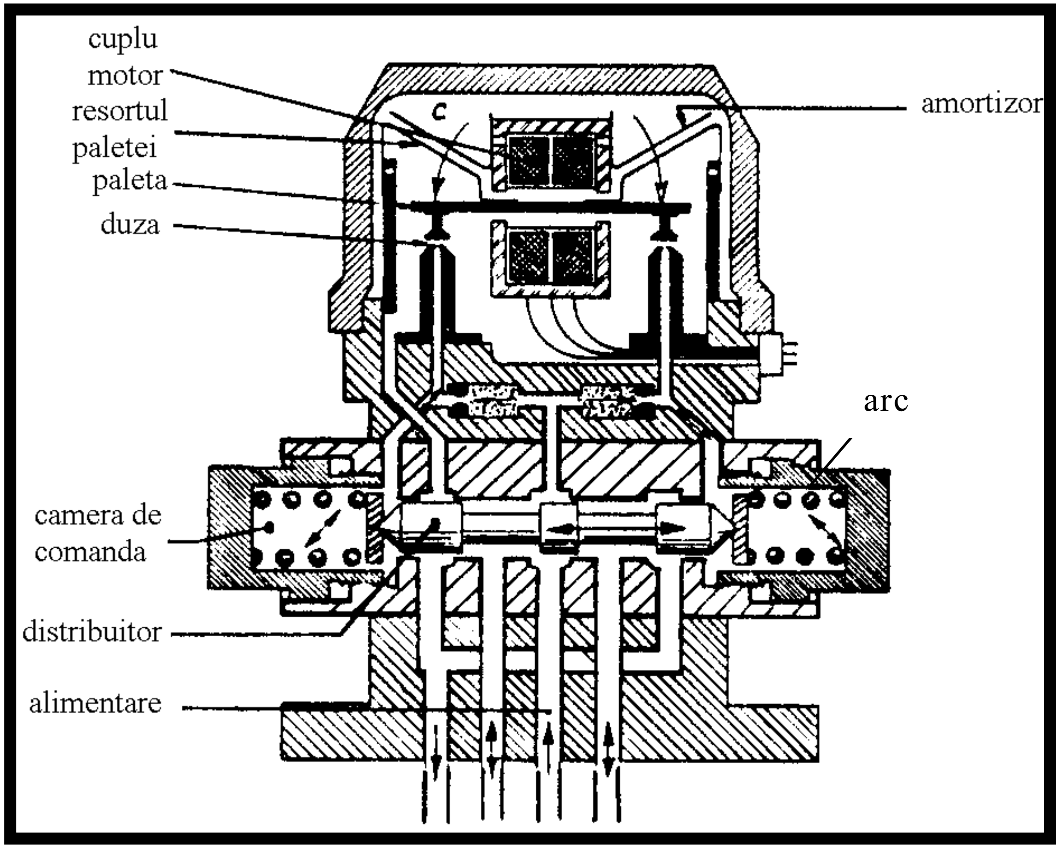
UNIVERSITATEA TEHNICA GHEORGHE ASACHI DIN IASI
FACULTATEA DE MECANICA

Motorul cu pistoane axiale



Organe de comandă – Servovalva

OBS.:asigură modificarea debitului prin curent electric



Servovalvă "duză-paletă"

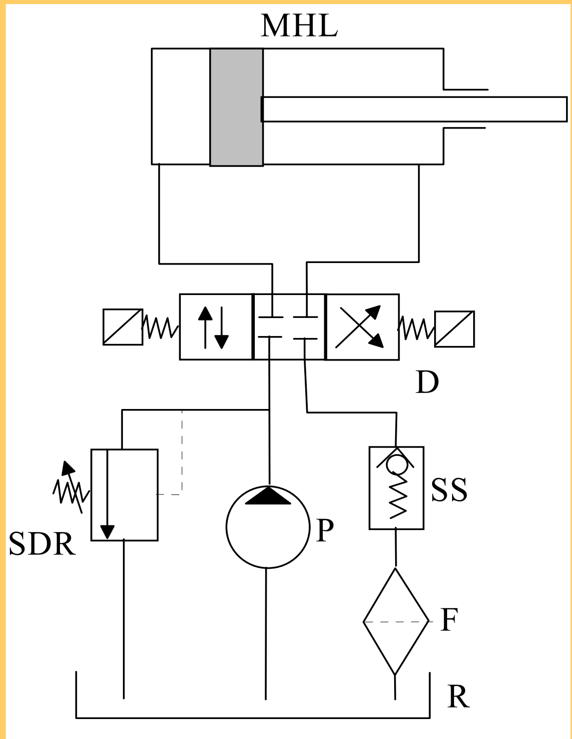
Componente:

- două bobine care dau un cuplu motor;
- o paletă cu arc de readucere;
- două duze sau injectoare;
- un sertăraş distribuitor.

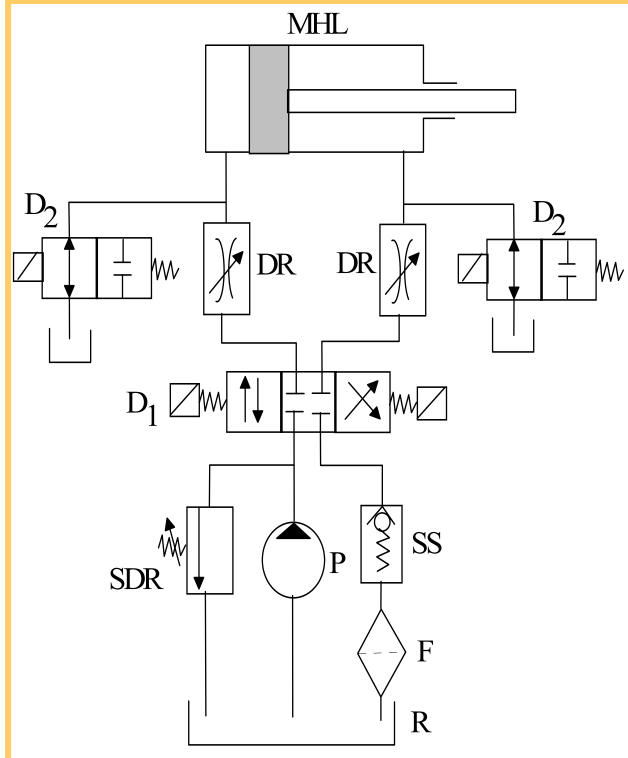
UNIVERSITATEA TEHNICA GHEORGHE ASACHI DIN IASI
FACULTATEA DE MECANICA

SISTEME HIDRAULICE DE POZIȚIONARE CU COMANDĂ SECVENTIALĂ

Scheme hidraulice de acționare cu deplasare rectilinie de mică complexitate



(a)

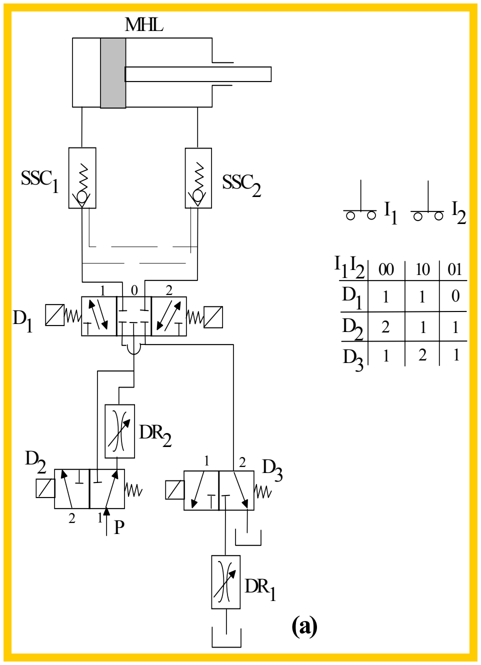


(b)

R - rezervor, F - filtru, P - pompă, SDR - supapă de descărcare a presiunii, SS - supapă de sens, D - distribuitor

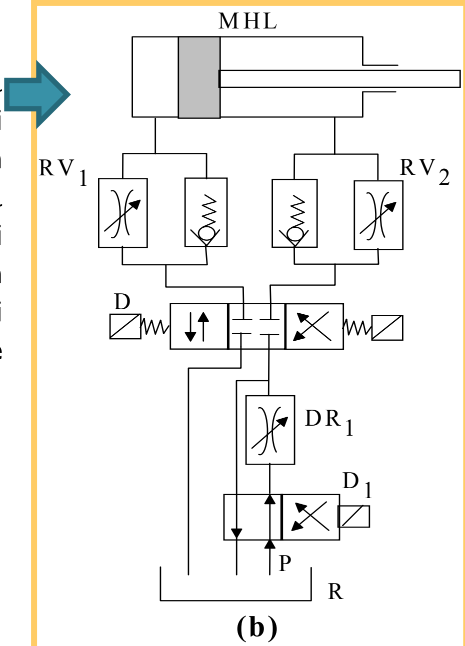
Permite reglarea cu ajutorul droselului reglabil DR a vitezei de deplasare a pistonului în ambele sensuri.

Schema hidraulică de poziționare în orice poziție intermediară utilizând supapa de sens cu deschidere comandată

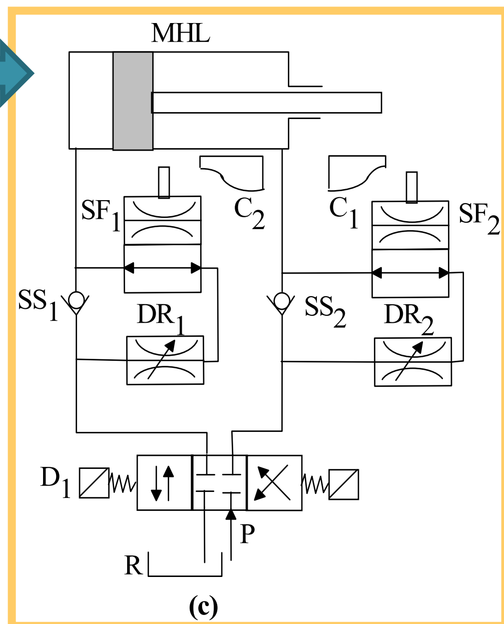


I_1I_2	00	10	01
D_1	1	1	0
D_2	2	1	1
D_3	1	2	1

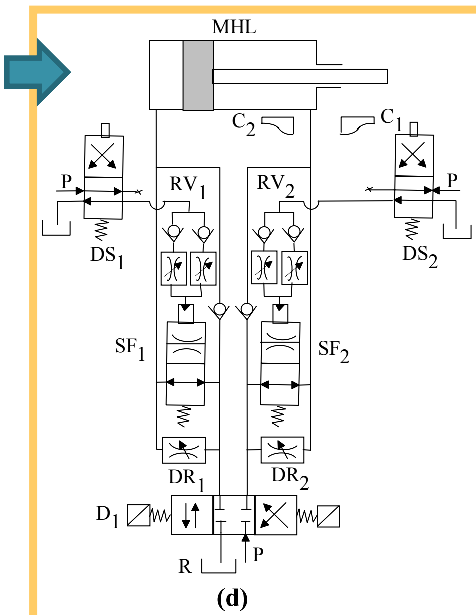
Asigură reglarea independentă a vitezei de deplasare prin regulatoarele de viteză RV ale cilindrului hidraulic de execuție în ambele direcții și frânarea în trepte înaintea opririi



Asigură o frânare eficace la sfârșitul cursei și o comportare dinamică superioară celei realizate de schema precedentă datorită folosirii sertarelor de frânare SF cu comandă mecanică, concepute special. Dezavantajul constă în necesitatea amplasării direct pe subansamblul robotului a sertarelor de frânare, ceea ce complică sistemul de conducte de presiune, precum și montarea camelor de comandă C

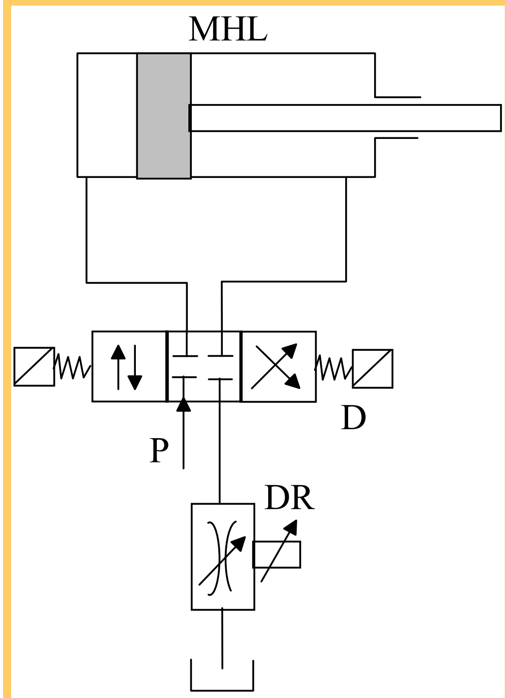


Este prezentată o schemă mai rațională decât cea din fig. 3.14c. Aceasta are sertare de frânare SF cu comandă hidraulică. Comanda hidraulică de declanșare a sistemului de frânare poate fi realizată de către un distribuitor cu sertar DS, cu debit mic (deci gabarit mic) sau de un limitator de cursă.



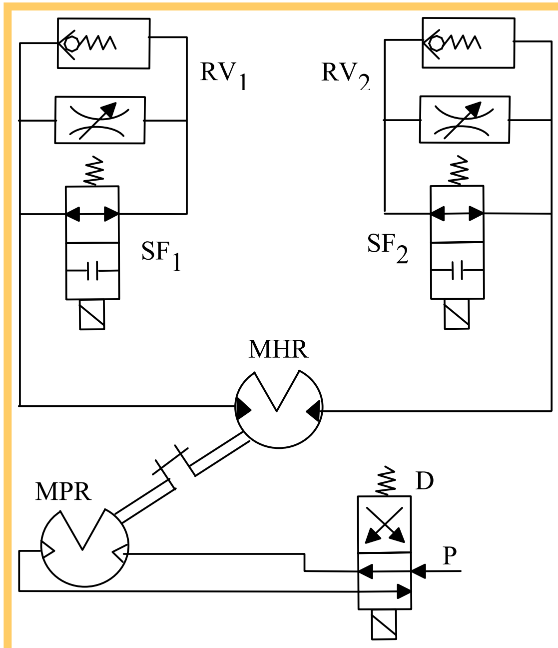
UNIVERSITATEA TEHNICA GHEORGHE ASACHI DIN IASI
FACULTATEA DE MECANICA

Soluție simplificată de acționare hidraulică



- Se simplifică schema dacă se folosește pentru reglarea debitului un drosel DR cu comanda de la distanță.
- Prin montarea lui pe conducta de evacuare a distribuitorului hidraulic se asigură toate posibilitățile funcționale realizate de schemele precedente și variația vitezei de deplasare a elementului de execuție după orice lege

Schemă de acționare cu elemente pneumohidraulice



Un ansamblu format din:

- motor pneumatic rotativ (MPR), care realizează poziționarea "grosieră" a elementului de execuție
- motor hidraulic rotativ (MHR), care realizează poziționarea precisă.

OBS.: Motorul hidraulic rotativ necesită o putere mai mică decât dacă ar fi acționat pur hidraulic, reglajul vitezei făcându-se cu sertarele

UNIVERSITATEA TEHNICA GHEORGHE ASACHI DIN IASI
FACULTATEA DE MECANICA

Consideratii privind sistemele de actionare cu comanda secventiala

- Vitezele liniare (unghiulare) ale motoarelor hidraulice liniare (rotative) sunt dependente de masa deplasată (momentul de inerție) al subansamblului în mişcare și de valorile accelerațiilor alese
- Depăşirea valorilor vitezelor admisibile duce la apariția unor suprasarcini dinamice în elementele componente ale robotului, mai ales în regimurile tranzitorii, la creşterea uzurii în cuplele cinematice, la micșorarea preciziei de poziționare
- La frânare, energia cinetică trebuie să fie absorbită de către sistemul de frânare. Forţele de frânare sunt dependente de modulul acceleraţiei, de construcţia sistemului de frânare şi de legea de frânare adoptată şi realizată de sistemul de comandă al robotului.
- Sistemele de comandă secvențială ale majorității roboților cu acționare hidraulică sunt concepute pentru o lege de frânare nemodificabilă; frânarea începe de la o distanță determinată în raport cu punctul de poziționare și nu este reglabilă în timpul mișcării
- Modificând în exploatare viteza și spațiul de frânare se poate regla accelerația de frânare. În acest mod, vitezele admisibile se aleg în așa fel încât în robot să nu se depășească valorile limită ale sarcinilor dinamice
- Condiția de menținere constantă a sarcinilor admisibile limită pentru un domeniu de variație al masei manipulate și, respectiv, al momentului de inerție (dat de valoarea lungimii în consolă a brațului robotului) în cazul unui anumit sistem de frânare și a unei anumite legi de frânare, se poate realiza prin limitarea energiei cinetice la o valoare care este constantă pentru o anumită variantă constructivă de robot

$$E_c = L_f = S\int_0^{x_f} \Delta p \cdot dx_f = const.$$

S - suprafața pistonului motorului hidraulic
Δp - caderea de presiune in camerele motorului
x_f - cursa de frânare
L_f - lucrul mecanic al forțelor de frânare
E_c - energia cinetică ce trebuie absorbită la frânare

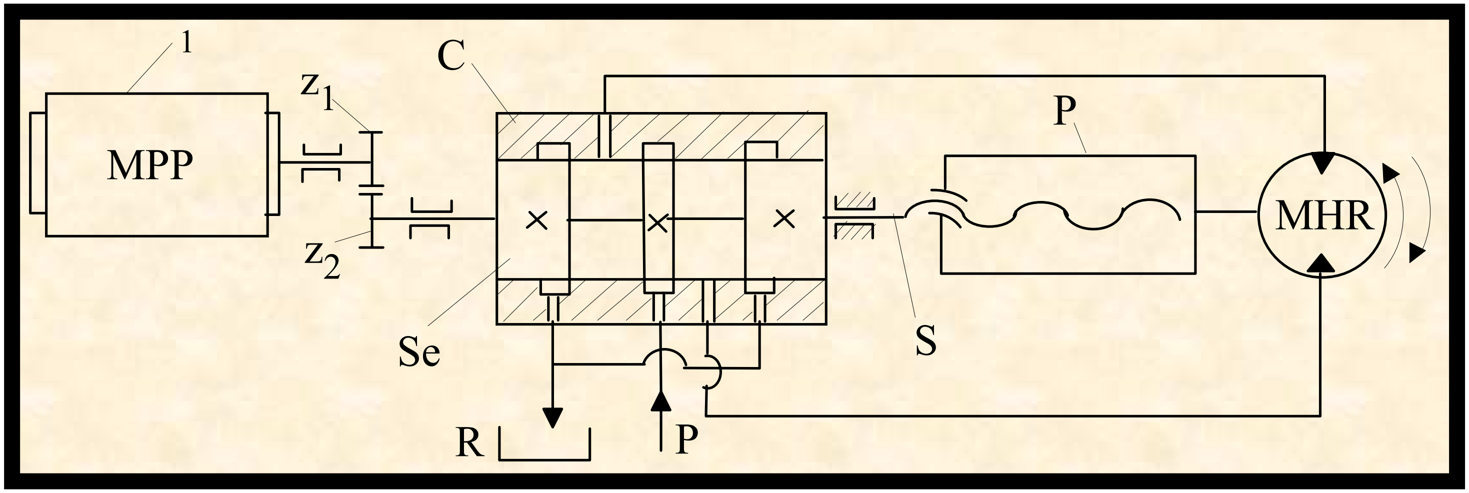
SISTEME ELECTROHIDRAULICE DESCHISE CU COMANDĂ NUMERICĂ

- Acestea folosesc motorul hidraulic pas cu pas, care transformă impulsurile de comandă în deplasări unghiulare sau liniare.

- Satisfac cerinţele impuse roboţilor şi manipulatoarelor privitoare la:
  - precizia de mişcare;
  - fiabilitate;
  - domeniul de reglare a vitezelor etc.

- Motoarele electrohidraulice pas cu pas se compun din :
  - motor electric pas cu pas;
  - amplificator de cuplu;
  - motor hidraulic rotativ sau liniar.

Motor electrohidraulic pas cu pas



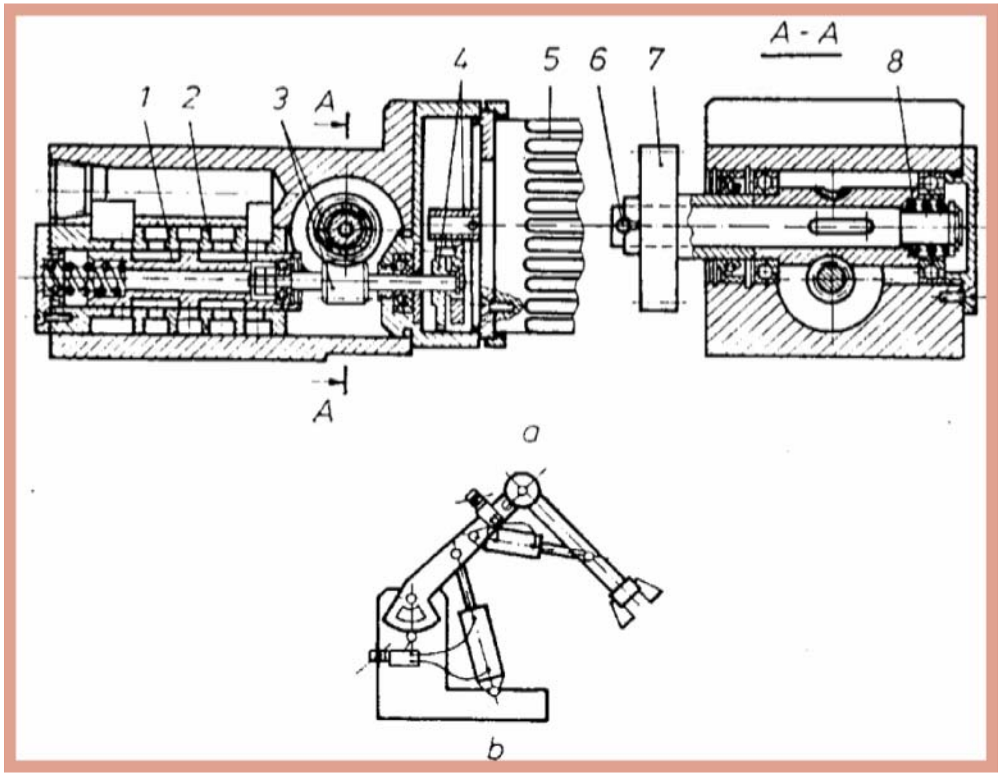
Sertăraş (S); Corpul amplificatorului de cuplu (C); Motor electric pas cu pas; Angrenajul z_1 , z_2 ; Cupla şurub-piuliță (S-P
Motor hidraulic rotativ MHR; Piulița (P) ;

- ❑ Prin rotirea motorului pas cu pas MPP (1), sertăraşul se deplasează, permițând uleiului sub presiune să intre în motorul hidraulic rotativ MHR (3) şi să-l pună în mişcare de rotație

- ❑ Odată cu MHR (3) se roteşte şi piulița (P) tinzând să readucă tinzând să readucă sertăraşul (S) în poziția inițială. În acest mod are loc o "urmărire" a mişcării MPP(1)

- ❑ La un număr de paşi executați de motorul (1), MHR (3) se va roti cu acelaşi număr de paşi însă va da un cuplu mult amplificat față de cel al MPP(1)

- ❑ MPP(1) se comandă cu impulsuri de tensiune. La un impuls motorul se roteşte cu un pas. O funcționare sigură se obține de la 200 paşi până la 8000...16000 paşi pe secundă, funcție de construcția motorului



Motorul electrohidraulic pas cu pas ENIMS

(Distribuitorul, compus din pistonaşul 1 şi cilindrul 2; Mecanismul de însumare (3); Angrenajul cu roți dințate cilindrice (4); Motorul electric pas cu pas (5); Roata dințatã (7) a legãturii de reacție şi a mecanismului de siguranțã; ştiftul (6) care se fixeazã în canalul roții (7); arcul (8)

- Mecanismul de siguranțã la suprasarcinã permite rotirea roții dințate (7) în raport cu roata melcatã
- Incrementul liniar Δ (deplasarea elementului de execuție, realizatã la un impuls al motorului pas cu pas):

$$\Delta = \frac{1}{240} \cdot \frac{z_6}{z_7} \cdot \frac{z_8}{z_9} \cdot z_4 \cdot p_3$$

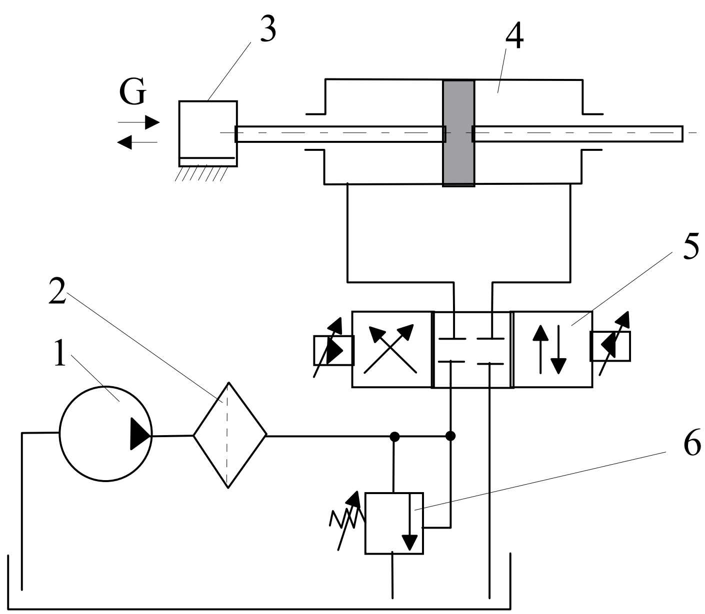
în care: Δ - în mm;
1/240 – pasul unghiular al motorului pas cu pas (1,5° = 1/240 rotații)
z_6, z_7, z_4 – numãrul de dinți ai roților 6,7 şi 4;
z_8 – numãrul de dinți ai melcului (8);
z_9 – numãrul de dinți ai roții melcate;
p_3 – pasul cremalierei (3)

SISTEME ELECTROHIDRAULICE DE URMÃRIRE

✓ Sisteme în circuit închis, cu traductori de reacție.

✓Elementele de comandă caracteristice lor sunt servovalvele

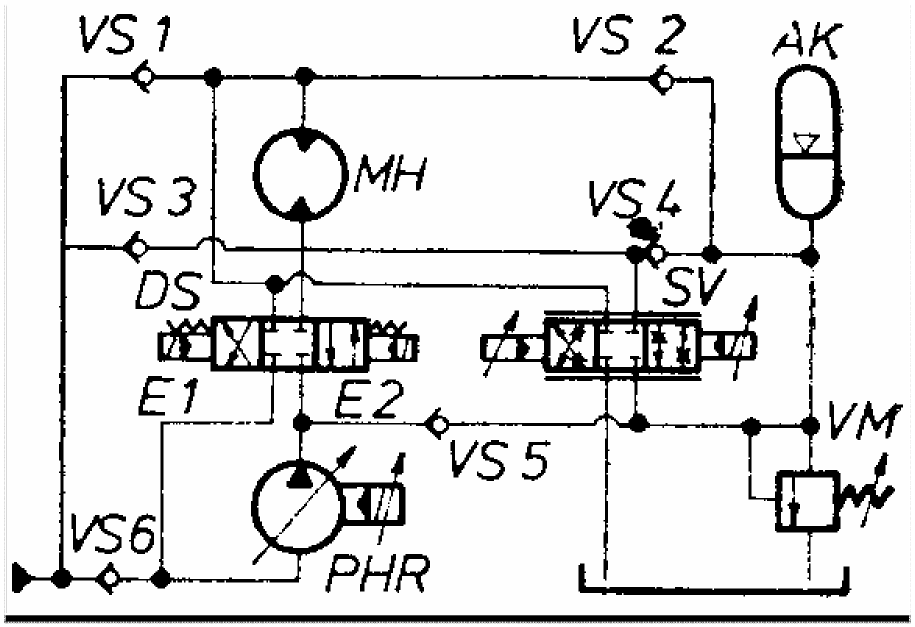
✓Sensul şi legea de modificare a modulului vitezei de deplasare a pistonului MHL (4) sunt determinate de servovalva (5), în funcție de semnalul de comandã (in fig. de mai jos)



Sistem electrohidraulic de acționare prin urmãrire, cu comandã dupã program

1-pompã; 2-filtru; 3-sarcina; 6-supapã de siguranțã

OBS.: Oprirea pistonului se realizeazã în urma unui semnal transmis de la blocul de comparare. Acest semnal rezultã în urma stabilirii egalității între semnalul corespunzãtor mãrimii programate a pistonului şi semnalul primit de la traductorul de poziție din circuitul de reacție



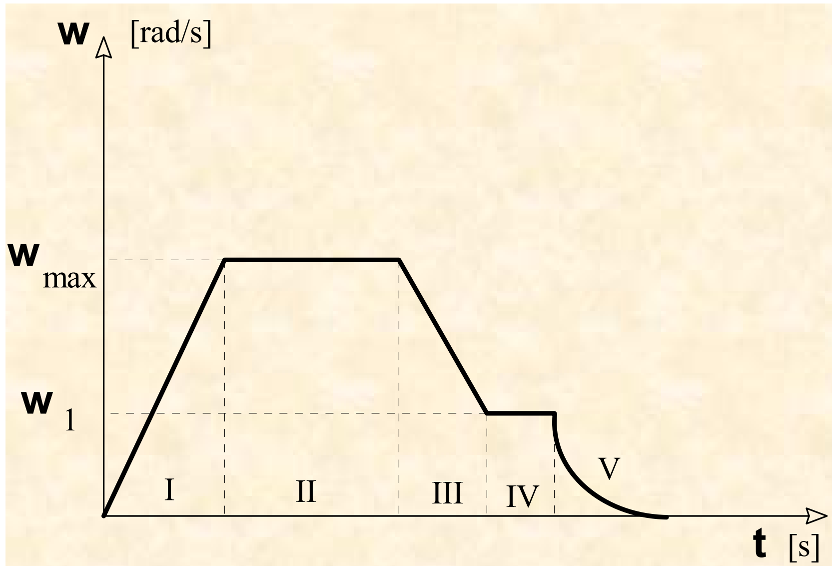
Sistem electrohidraulic de urmărire al modulului unui robot

- Debitul maxim este de 180 l/min
- Presiunea nominalã de 16 MPa.
- Pompa folositã (PHR) este cu pistonaşe axiale cu debit reglabil

❑ Debitul se reglează cu aparatura hidraulicã tipizatã cu comandă electricã proporționalã

❑ Debitul Q şi presiunea limitã p sunt date pe două circuite electrice de comandã şi se reglează în limitele 0 - Q_{max} şi p_{min}- p_{max}

Graficul de variație a vitezei unghiulare a arborelui motorului hidraulic pentru realizarea rotirii cu un anumit unghi



I- accelerarea motorului hidraulic rotativ până la valoarea maximă stabilită a vitezei(ω_{max})

II- motorul hidraulic rotativ dezvoltă o viteză maximă constantă

III- frânare primară până la viteza ω_1 (de valoare mică)

IV- motorul hidraulic rotativ se rotește cu viteză redusă ω_1

V- procesul de poziționare unghiulară se termină prin frânarea în regim de urmărire

PROBLEME SPECIFICE ROBOTILOR

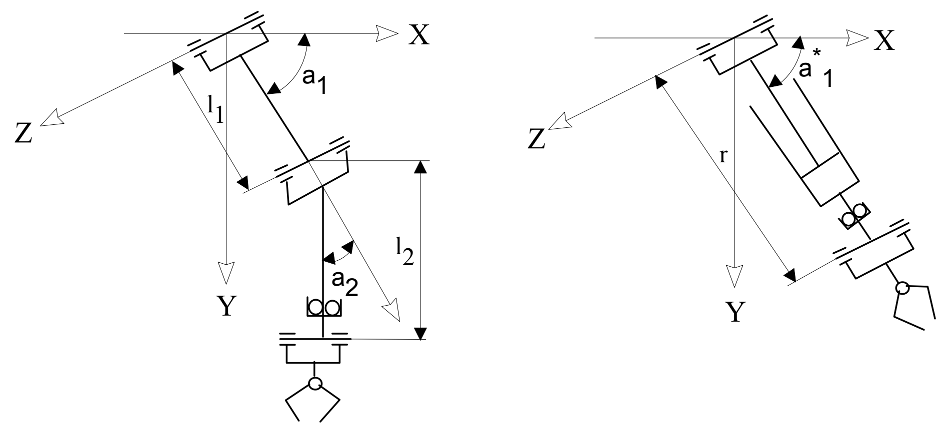
❑ La proiectarea roboților industriali cu sisteme hidraulice de urmãrire apar probleme legate de micşorarea masei elementului de execuție şi creşterea fiabilității

❑ Gadele de libertate se pot împărți în grade de libertate *de:*

❖ ***transport*** (folosesc pentru introducerea articulației în zona de lucru, pe acestea repartizându-se sarcina cea mai mare; corespunzãtor, ele sunt încãrcate cu cea mai mare parte din masa dispozitivului de manipulat şi necesitã viteze mari de deplasare, care determinã productivitatea roboților)

❖ ***de orientare*** *(ale articulației)* (realizează poziționarea de precizie; el este mai puțin încãrcat şi reprezintã o micã parte din masa totalã, consumând o energie relativ micã)

❑ Structura gradelor de libertate de transport poate fi apropiatã de cea *antropomorfã* (fig. a) sau de a *transmisiei telescopice* (fig. b)



(a) (b)

- Folosirea transmisiei telescopice permite micşorarea debitului pompei şi, prin urmare, şi a consumului de energie de 4…20 ori, în funcție de regimul de lucru dupã fiecare coordonatã.
- Totuşi, pentru realizarea brațului dupã schema din fig. b trebuiesc soluționate problemele de alimentare cu ulei prin sistemele telescopice şi de alimentare cu curent a sistemului de acționare al articulației.

❑ La elaborarea construcției oricărui robot cu acționare hidraulică de urmărire apare problema amplasării servovalvelor:

- **pe panoul general plasat pe batiul fix al robotului**
  (simplifică construcția şi deservirea robotului; în acest caz sunt necesare conducte de lungime mare pentru legarea motorului hidraulic de servovalve, ceea ce duce la scăderea preciziei sistemului.
  Ex.: pentru încercarea unui sistem cu M_{max} = 500 Nm şi n_{max} = 400 rot/min, în cazul montării servovalvelor pe batiul nedeplasabil, banda de trecere a sistemului s-a micşorat de 2,5 ori, ceea ce echivalează cu scăderea preciziei de lucru a sistemului de urmărire)

- **direct pe braț, în apropierea sistemului de acționare al cuplei cinematice** (precizia sistemului s-a marit, pe ansamblu, cu 10%.)

OBS.:

❖ Rezultă că la elaborarea unor roboți de precizie ridicată este rațional să se amplaseze servovalvele în apropierea motoarelor hidraulice.

❖ Dacă cerințele de precizie nu sunt mari (10..15 mm pe cursă), servovalvele se pot monta pe panoul general de pe batiu.

❖ Forțele care solicită elementul de execuție al unui robot sunt:

greutatea (la majoritatea schemelor cinematice ale celor mai cunoscuți roboți care lucrează în regim de poziționare cu deplasări succesive pe diferite axe de coordonate, în cazul manipulării aceleiaşi piese, se menține constantă sau variază în limite nesemnificative)

fortele de frecare (frecarea în cuplele cinematice ale robotului se consideră că este uscată**)**

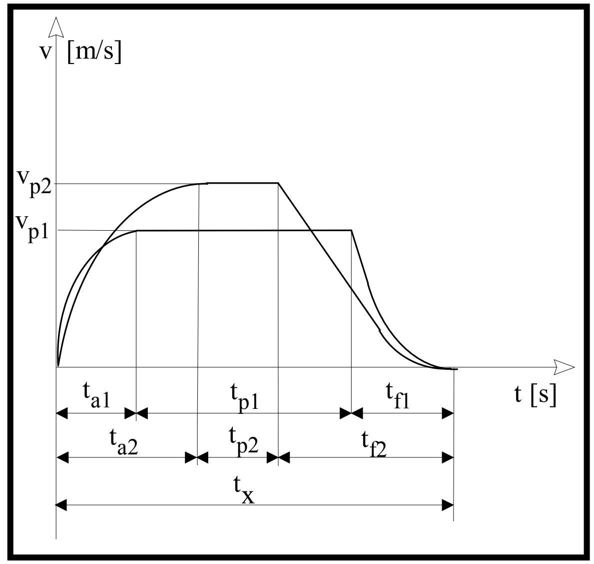
forțele inerțiale

❖ ***Optimizarea*** se face din punct de vedere al posibilităților energetice ale motorului şi al legii de mişcare a elementelor de execuție ale robotului, care se deplasează cu anumite viteze şi accelerații.

❖ Optimul, în general, îl constituie deplasarea cu accelerații maxime constante în perioadele de accelerare şi frânare ale sistemului de acționare.

❖ Realizarea unor asemenea legi de mişcare cu sisteme electrohidraulice de urmărire, de poziționare cu reglare rezistivă prezintă anumite dificultăți

La aceste sisteme, variația vitezei în timpul deplasării de la un punct la altul se face conform curbelor prezentate în fig. :



Variația vitezei la sistemele electrohidraulice de urmărire de poziționare cu reglare rezistivă

Deoarece, pe cursa de frânare, modificarea vitezei se realizează după o lege exponențială, în primă aproximație se poate scrie: $v(t) = v_p \cdot e^{-t/T_f}$

în care:
v - viteza motorului hidraulic rectiliniu în timpul frânării;
v_p = const.(viteza de deplasare pentru poziționare);
t = timpul;

T_f - constanta de timp la frânare

OBS.: Dacă nu se ține cont că neliniaritățile existente și comportarea dinamică a elementelor unui sistem real duc la o abatere de la variația exponențială a vitezei, această lege de mișcare poate constitui punctul de plecare pentru calculele energetice ale sistemului electrohidraulic de urmărire în prima etapă de proiectare

Puterea utilă, furnizată de instalația de alimentare: $P_u = P_n + \Delta P$

$\mathbf{P_n = p_n \cdot v_p \cdot S_p}$ este puterea nominală utilă; $\mathbf{\Delta P}$ - pierderea de putere; $\mathbf{p_n}$ - presiunea nominală în sistem; $\mathbf{S_p}$ - suprafața pistonului motorului hidraulic

ACȚIONAREA PNEUMATICĂ

UNIVERSITATEA TEHNICA GHEORGHE ASACHI DIN IASI
FACULTATEA DE MECANICA

- **Rãmâne pânã în prezent cel mai comod şi economic mod de acționare, în special datoritã existenței rețelei de aer comprimat şi posibilitãții de lucru în medii speciale: explozibile, incendiare, cu câmpuri magnetice de mare intensitate, şocuri mari şi vibrații**

- **Problemele specifice acestui tip de acționare sunt legate de poziționare, reglarea vitezelor, frânare şi blocare în poziția programatã**

- **Se foloseşte în general în construcția roboților industriali de putere micã şi medie şi în special la manipulare**

- **Dezavantajele majore ale acestui tip de acționare este asigurarea vitezelor şi accelerațiilor la nivele valorice riguroase, cu implicații determinante în precizia de poziționare**

CAUZE: - rigiditate scãzuta (elasticitate) a aerului
- fluiditate mare a acestuia
- presiune redusa (4 - 8 bari)

→

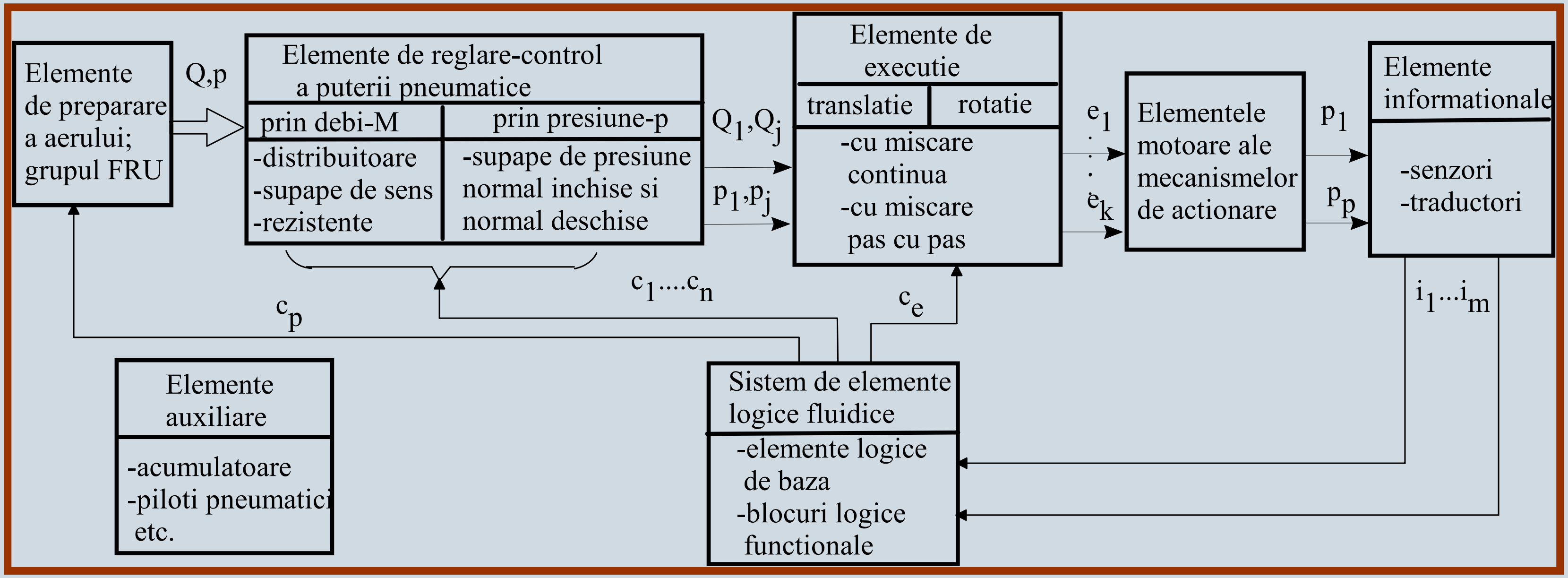
Se impun structuri şi soluții specifice, prezentate principial în continuare

UNIVERSITATEA TEHNICA GHEORGHE ASACHI DIN IASI
FACULTATEA DE MECANICA

Structura sistemului de acţionare pneumaticã a roboţilor industriali şi manipulatoarelor industriale

OBS.: Mãrimile caracteristice mediului pneumatic sunt *presiunea* şi *debitul*. Aceste douã mãrimi trebuiesc controlate şi reglate, rezultând structura sistemului de acționare pneumatic

Structura unui sistem pneumatic de acţionare a roboţilor industriali



UNIVERSITATEA TEHNICA GHEORGHE ASACHI DIN IASI
FACULTATEA DE MECANICA

Functii ale elementelor componente

- *de pregãtire şi preparare a mediului pneumatic de lucru*, numit *grup de preparare a aerului* (filtrul, regulatorul de presiune şi ungãtorul sunt, de regulã, de construcţie standard cunoscute, ele putând fi ataşate la intrarea în instalaţia de aer ce alimentează robotul)

- *de reglare şi control a energiei pneumatice*
  - prin **control asupra debitului** (distribuitoare, supape de sens, rezistenţe fixe şi reglabile sau drosele, regulatoare de debit)
  - prin **control asupra presiunii** (supape de presiune cu funcţii de descãrcare pe atmosferã, mecanisme de reglare discretã sau continuã a presiunii etc.)

  OBS.: sunt de asemenea de construcţie standard

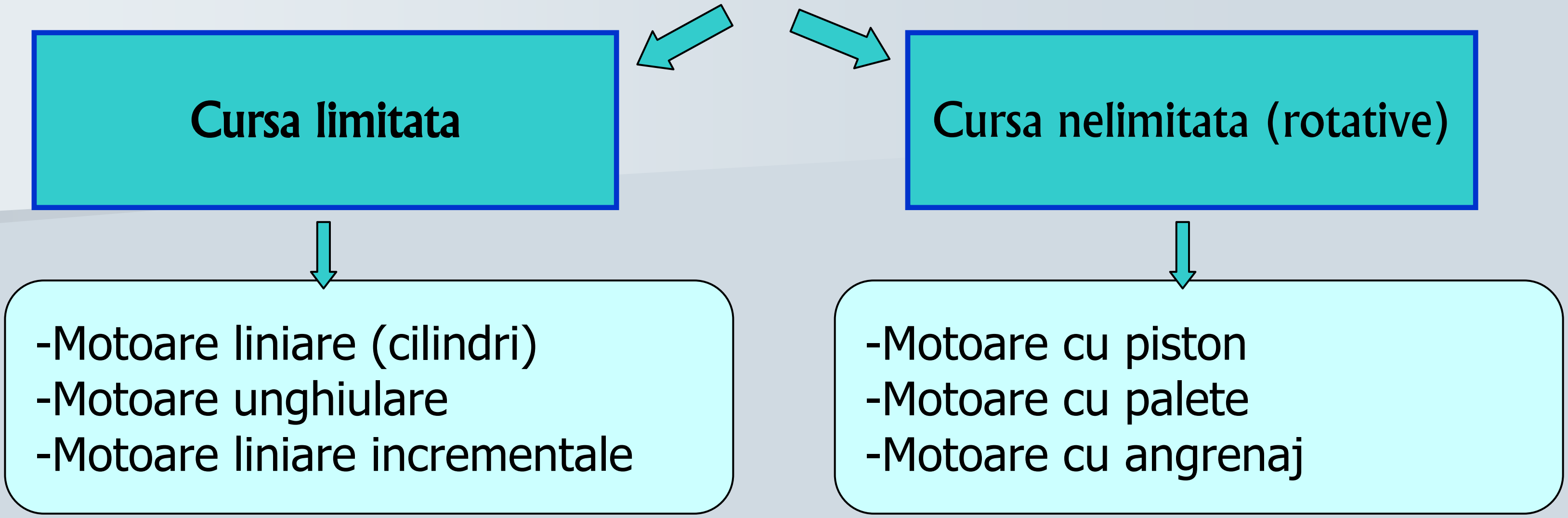
- *de informare* : - asupra stadiului de evoluţie al elementelor de execuţie;
  - asupra poziţiei în spaţiu (senzori, limitatori de cursã);
  - asupra valorilor parametrilor reglaţi (senzori, traductori pneumatici de debit sau presiune, relee pneumatice);

- *de execuţie (motoarele)*

- *de conducere automatã* (elemente logice fluidice)

- *de îmbunãtãţire a funcţionãrii* (elemente uscãtoare de aer; elemente de condens; acumulatoare pneumatice; elemente de descãrcare rapidã; butoane şi piloţi pneumatici etc.)

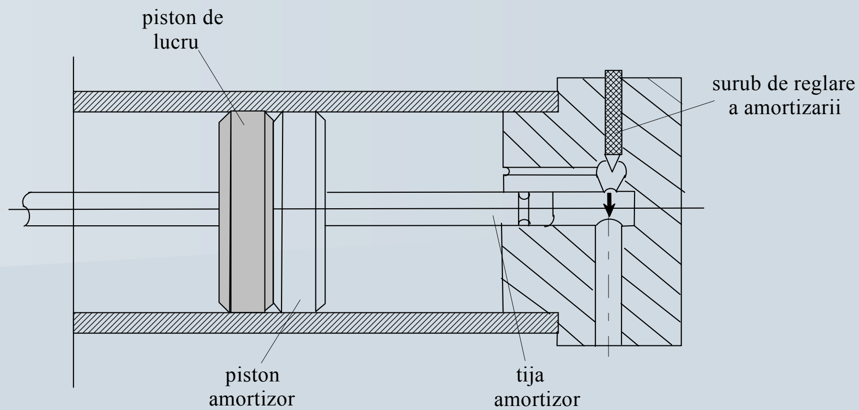
MOTOARE PNEUMATICE



UNIVERSITATEA TEHNICA GHEORGHE ASACHI DIN IASI
FACULTATEA DE MECANICA

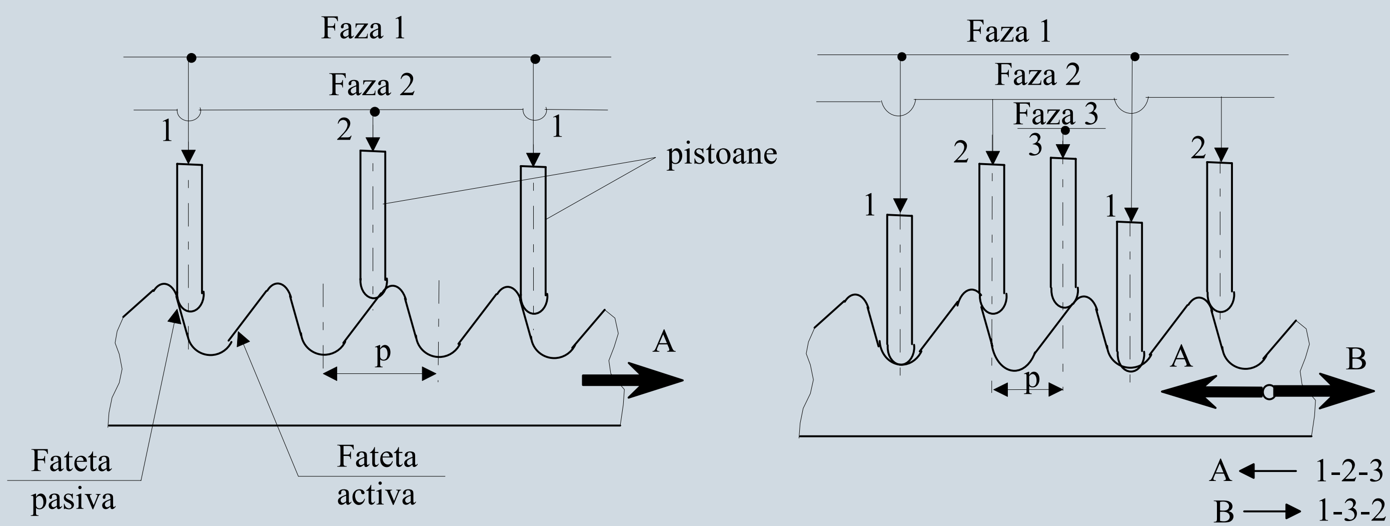
Motoare liniare (cilindri):

- *-cilindru cu simplu efect*
- *-cilindru cu dublu efect*
- *-cilindru cu amortizor*



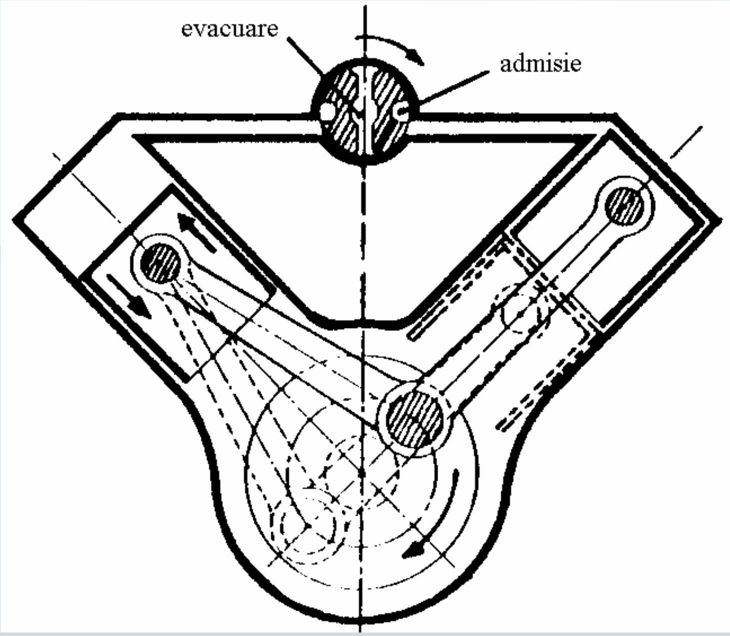
Motoare incrementale

Principiul de funcţionare al unui motor liniar pas cu pas, cu ***doi şi trei paşi***

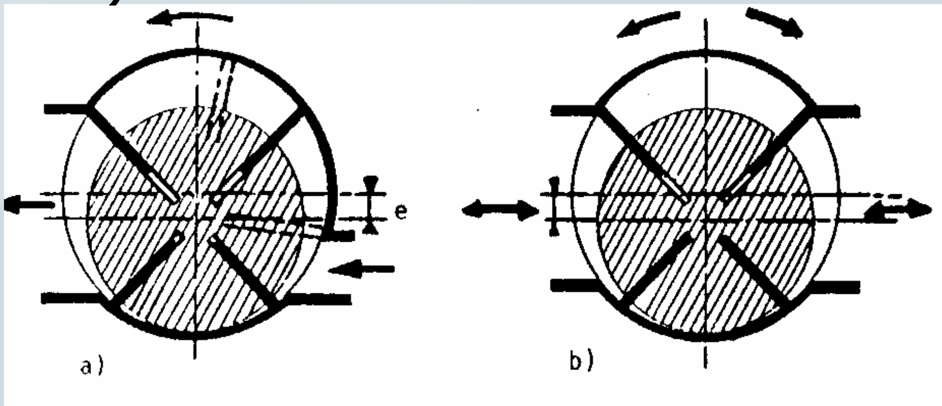


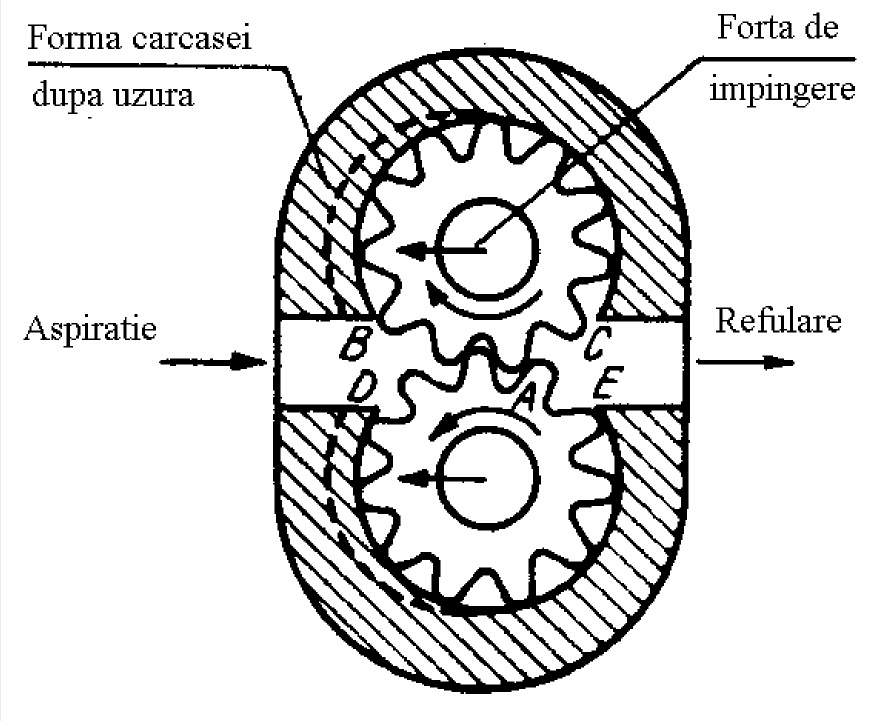
UNIVERSITATEA TEHNICA GHEORGHE ASACHI DIN IASI
FACULTATEA DE MECANICA

Motor cu piston



Motor cu palete: a)ireversibil; b)reversibil





Motor cu angrenaj

UNIVERSITATEA TEHNICA GHEORGHE ASACHI DIN IASI
FACULTATEA DE MECANICA

Stabilirea schemei de acţionare pneumaticã

1. Se face pornind din aval, de la componentele de putere impuse de mecanismele acţionate, spre amonte, determinându-se tipul elementelor de execuţie şi fazele lor de mişcare, funcţie de care se stabilesc structura elementelor de distribuţie (numãrul de poziţii şi de orificii), precum şi elementele de reglare şi control ale debitelor şi presiunilor necesare

2. Consumul total de aer din fazele simultane ale ciclogramei de evoluţii dimensioneazã în final, prin diametrul nominal şi presiunea maximã necesarã, *grupul de preparare al aerului*

3. În urma acestei analize se determinã schema de acţionare principalã, necesarã acţionãrii elementelor motoare

4. În paralel cu acest flux energetic trebuie avute în vedere şi circuitele secundare care pot necesita, dupã caz, tot energie pneumaticã (în zona mecanismelor de frânare, în zona cuplajelor sau ambreiajelor dintre elementele de execuţie şi mecanisme etc.)

OBS.: de regulã, pentru micşorarea timpilor de rãspuns, circuitele secundare de comandã-urmãrire funcţioneazã cu componente electrice şi electronice

5. Ca date iniţiale cunoscute prin tema de proiectare sunt componentele necesare la ieşirea elementelor de execuţie (datoritã performanţelor tehnice impuse şi ca urmare a calculelor cinematice şi dinamice ale mecanismelor acţionate).

6. Corespunzãtor simbolurilor din schema de acţionare trebuiesc stabilite elementele pneumatice concrete şi parametrii principali pentru fiecare element în parte (diametrul nominal şi presiunea nominalã de lucru)

7. Aceşti parametri se pot calcula pe baza datelor iniţiale din tema de proiectare (obţinute prin analizã cinematicã şi dinamicã)

Din punct de vedere al posibilitãţilor de reglare, sistemele de acţionare pneumatice sunt de douã tipuri:

a) Sisteme de acţionare neregabile

- Cursele efectuate de elementele cuplelor elementare corespund curselor tijelor motoarelor pneumatice sau pot fi limitate de opritori rigizi, aceştia având şi rol de blocare în poziţia realizatã
- Vitezele sunt nereglabile
- Comanda se face numai cu ajutorul distribuitoarelor comandate electric sau pneumatic.
- În cazul comenzilor integral pneumatice, se folosesc panouri de comandã ce utilizeazã logicã, memorii, circuite basculante etc. pneumatice.
- Aceste acţionãri se regãsesc în construcţia roboţilor (manipulatoarelor) neevoluaţi

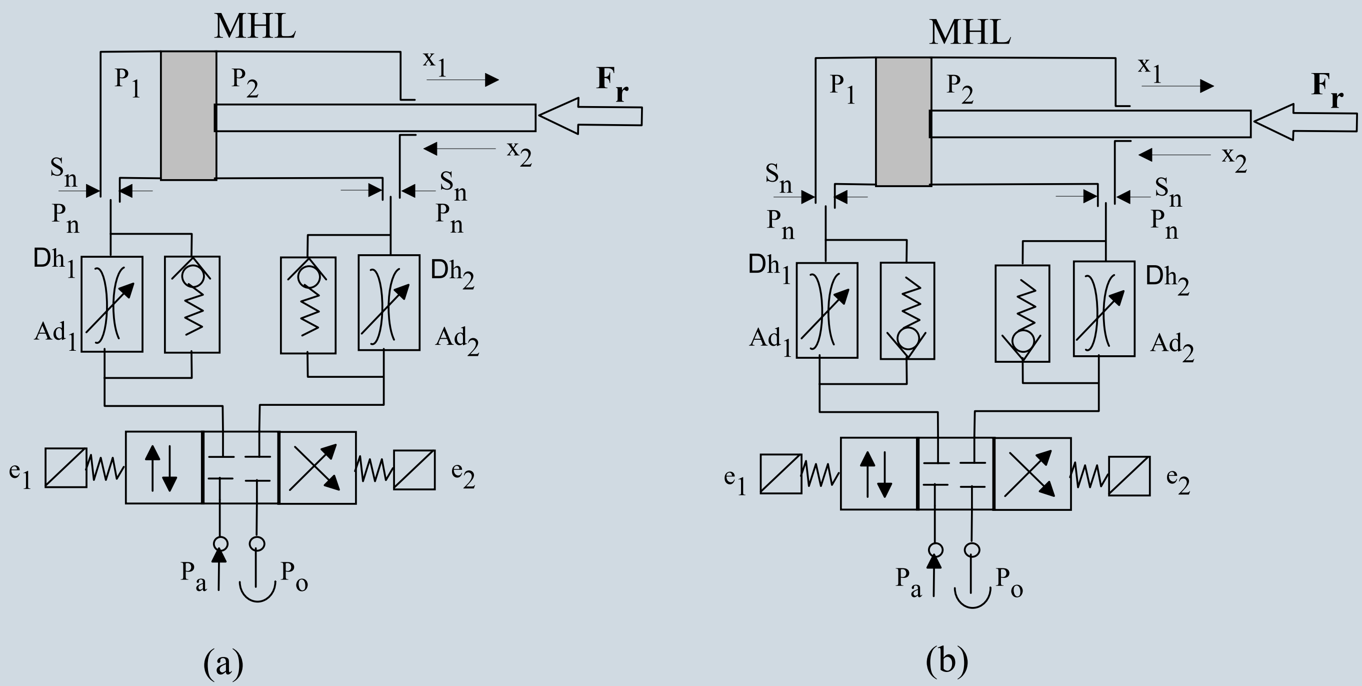
b) Sisteme de acţionare reglabile

Permit reglarea vitezelor şi a poziţiilor elementelor acţionate. Comanda lor este de regulã electricã şi, mai rar, pneumaticã.

UNIVERSITATEA TEHNICA GHEORGHE ASACHI DIN IASI
FACULTATEA DE MECANICA

Unitãţi pneumatice de acţionare cu regimuri diferite de mişcare

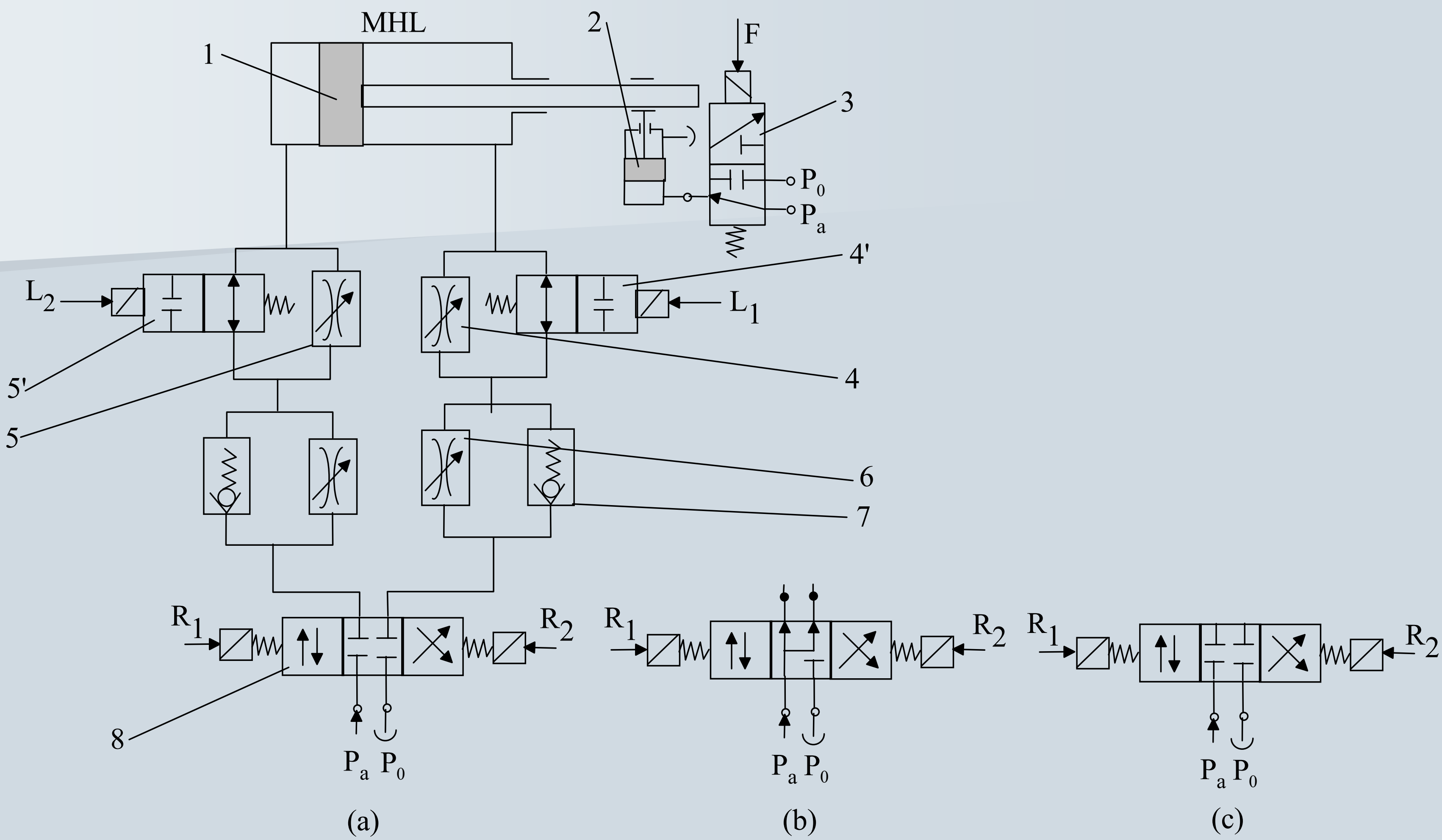
- Aceste regimuri pot fi obţinute prin controlul direct al debitelor unui singur cilindru pneumatic sau al unui grup de cilindri pneumatici şi hidraulici (în acest ultim caz avem unitãţi de acţionare pneumo-hidraulice)
- Drosel de cale – ansamblul supapã de sens, drosel simplu, cuplate în paralel



Reglarea vitezei prin reglarea debitului

OBS.: Deşi reglarea vitezelor este mai eficientă prin controlul debitelor de pe ieşiri, trebuie reţinut dezavantajul obţinerii în acest caz a unor componente de forţe de acţionare la tija cilindrilor pneumatici mai mici.

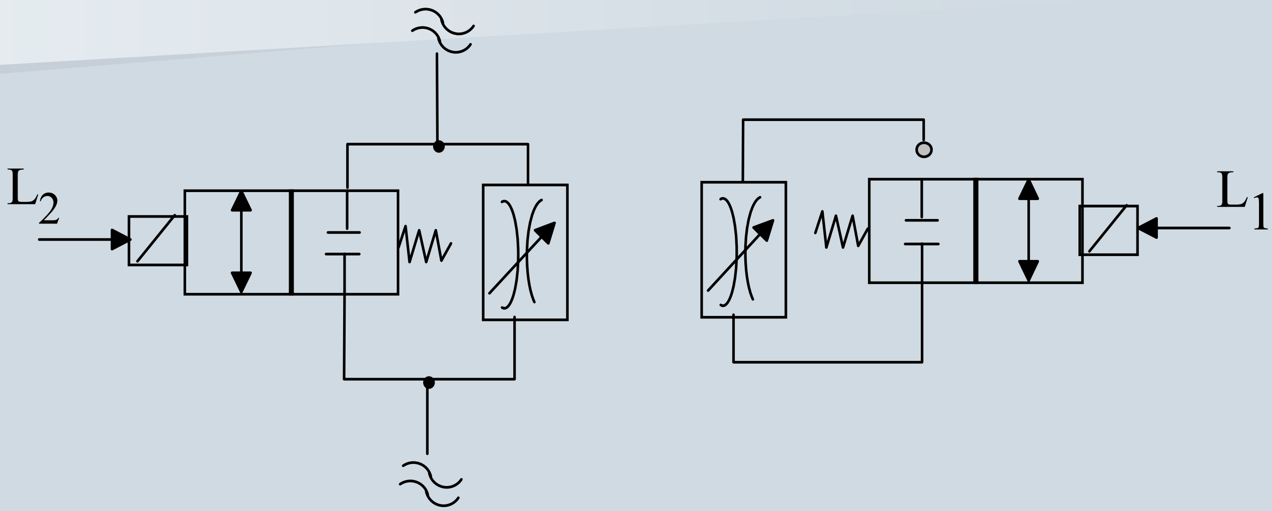
UNIVERSITATEA TEHNICA GHEORGHE ASACHI DIN IASI
FACULTATEA DE MECANICA



Unitate pneumatică de acţionare cu controlul debitelor pe ieşire (asistată în faza de oprire de un sistem de frânare, acţionat tot de un cilindru pneumatic)

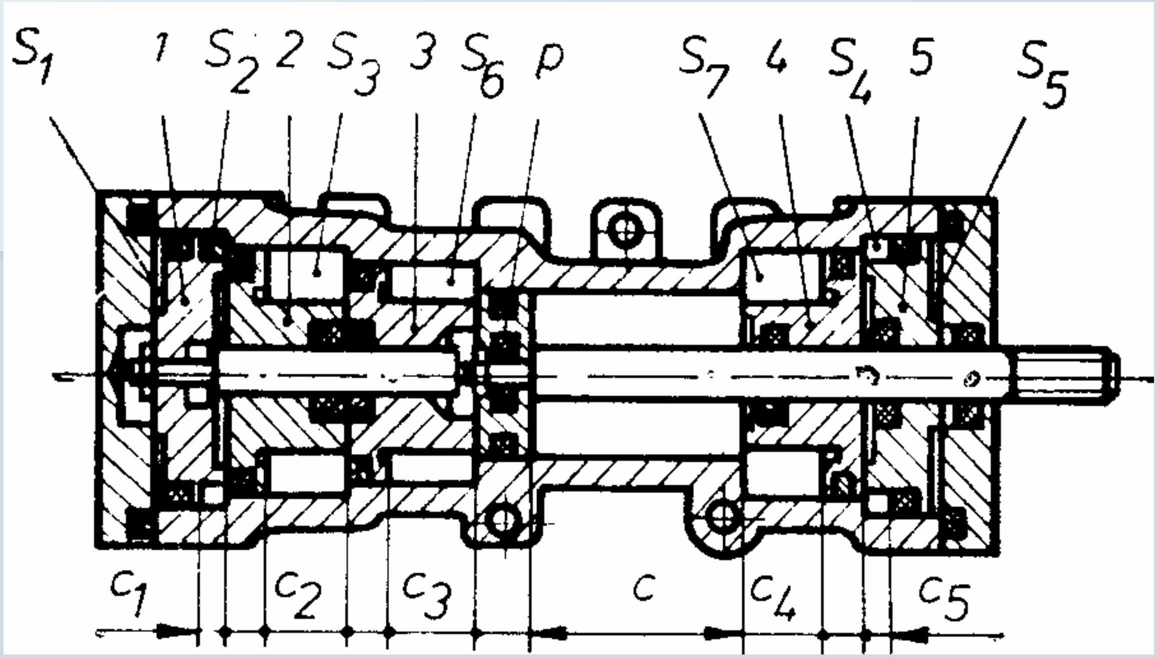
UNIVERSITATEA TEHNICA GHEORGHE ASACHI DIN IASI
FACULTATEA DE MECANICA

- Comanda distribuitorului este electrică, cu electromagneţi de curent continuu (mai frecvent) sau de curent alternativ



Distribuitoare cu poziţia preferenţială "legatură întreruptă"

Cilindru pneumatic numeric



Acţionarea manipulatoarelor cu cilindru pneumatic, unde pe cursa de deplasare este necesar un număr restrâns de poziţii, poate utiliza o construcţie specială de cilindru pneumatic cu mai multe poziţii stabile

UNIVERSITATEA TEHNICA GHEORGHE ASACHI DIN IASI
FACULTATEA DE MECANICA

UNIVERSITATEA TEHNICA GHEORGHE ASACHI DIN IASI
FACULTATEA DE MECANICA

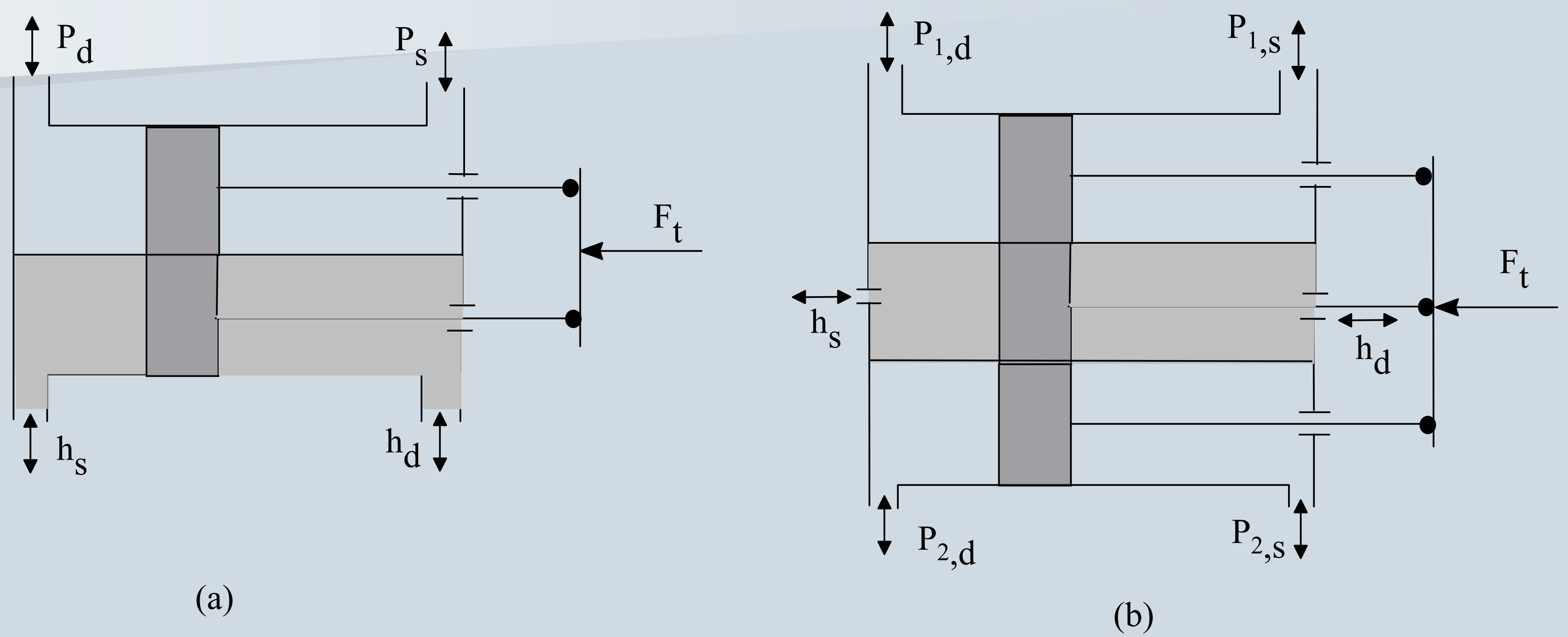
Unităţi pneumo-hidraulice de acţionare cu regimuri diferite de mişcare

Deşi unităţile de acţionare cu un cilindru pneumatic pot rezolva teoretic toate cerinţele obţinerii regimurilor de viteze rapide şi lente, în general ale unei bune poziţionări, controlul riguros şi la valori constante ale acestor viteze este dificil

Din acest motiv, pentru diminuarea acestor efecte, unităţile de acţionare sunt în construcţie hibridă, pneumo-hidraulice, obţinute prin cuplarea în paralel sau în serie a unuia sau a doi cilindri pneumatici ce fac acţionarea, cu un cilindru hidraulic, cu circuit închis de ulei, ce realizează vitezele lente şi contribuie la uniformizarea mişcării

Astfel, se combinã avantajele acţionării pneumatice ce constau în obţinerea unor componente de viteze de mişcare mari cu cele ale acţionării hidraulice caracterizate de viteze mai mici şi constante

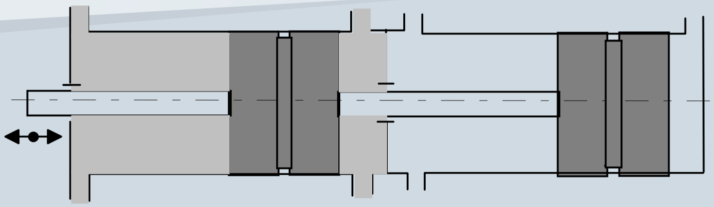
Unitate pneumo-hidraulică de acţionare cu cilindri în paralel



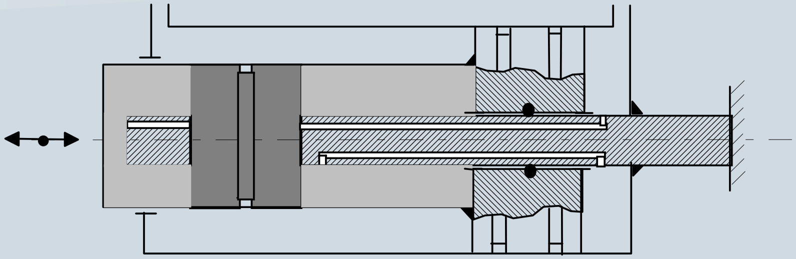
UNIVERSITATEA TEHNICA GHEORGHE ASACHI DIN IASI
FACULTATEA DE MECANICA

UNIVERSITATEA TEHNICA GHEORGHE ASACHI DIN IASI
FACULTATEA DE MECANICA

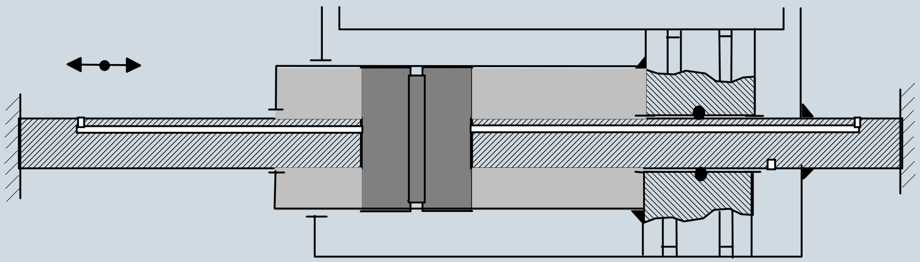
Unitate pneumo-hidraulică de acţionare cu cilindri în serie



(a)



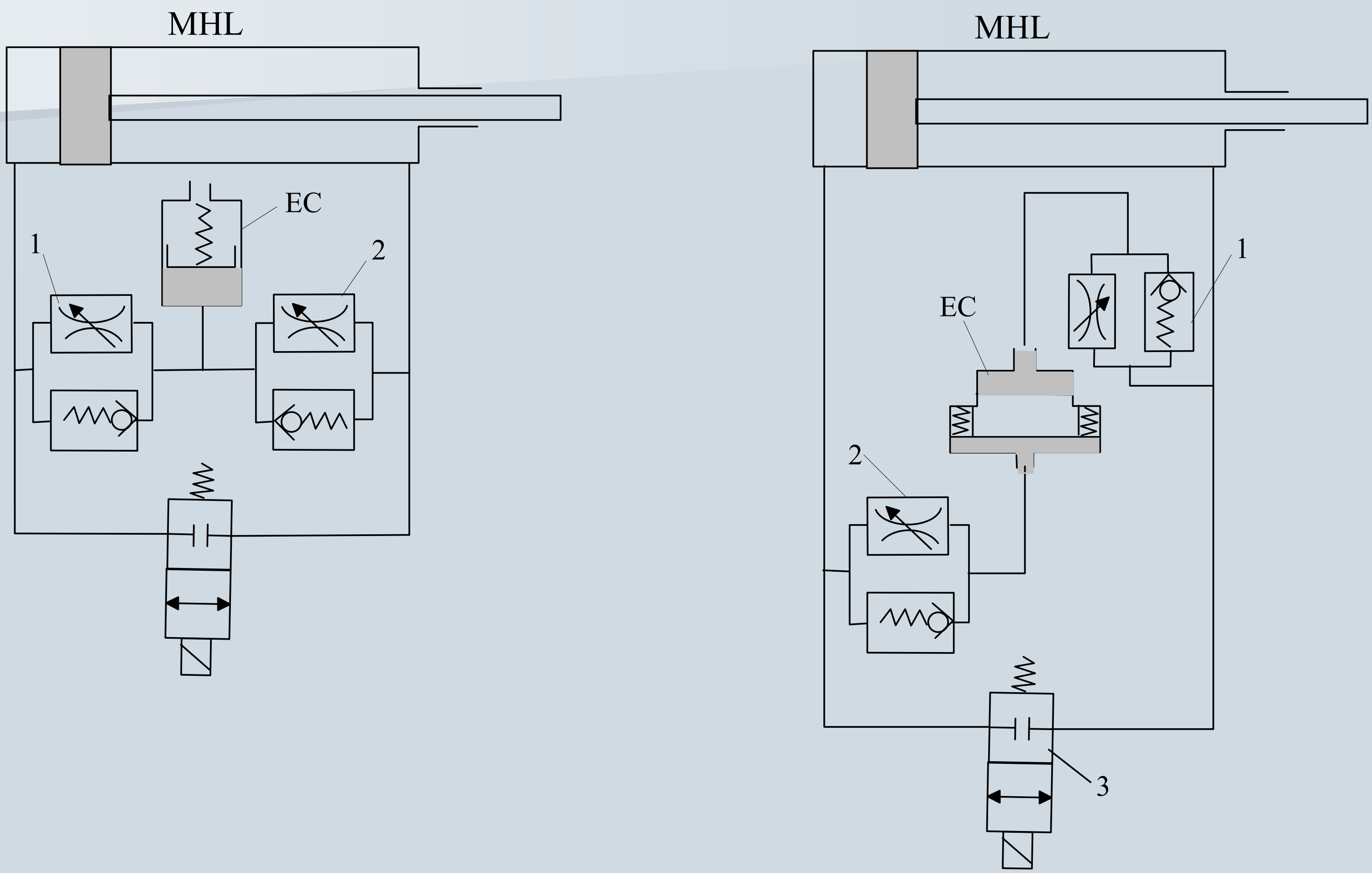
(b)



(c)

UNIVERSITATEA TEHNICA GHEORGHE ASACHI DIN IASI
FACULTATEA DE MECANICA

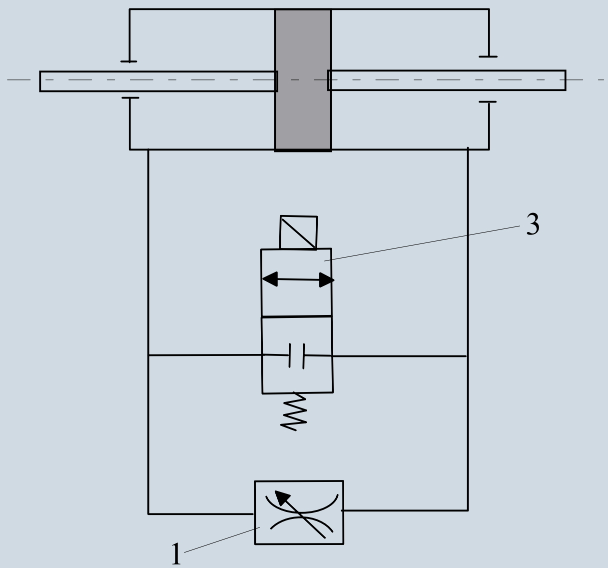
Circuite hidraulice cu elemente de compensare



(a) (b)

UNIVERSITATEA TEHNICA GHEORGHE ASACHI DIN IASI
FACULTATEA DE MECANICA

Cilindru hidraulic cu tijă bilaterală



OBS.: La amandoua variantele, viteza rapidă se obţine când circulaţia uleiului se face prin distribuitorul 3, comandat electromagnetic, cu căderi de presiune minime

UNIVERSITATEA TEHNICA GHEORGHE ASACHI DIN IASI
FACULTATEA DE MECANICA

Acţionări pneumatice particulare la roboţi industriali şi manipulatoare

Pe lângă acționări pneumatice, la nivelul unităților de acționare, în structura sistemelor mecatronice sunt utilizate acționări pneumatice care rezolvă evoluția unor mecanisme cu roluri funcționale diferite, cum ar fi:

-mecanismul de frânare;
-mecanismul de inexare a poziției;
-mecanismul de prindere a pieselor-obiect;
-mecanismul de deplasare şi indexare a limitatorilor de cursă programabili.
-mecanismul de manipulare locală a pieselor-obiect în raport cu un program concret de lucru etc.

OBS.:

-Caracteristic acestor acționări este faptul că evoluția pe cursă a elementelor pneumatice de execuție este totală (de la cap la cap de cursă)

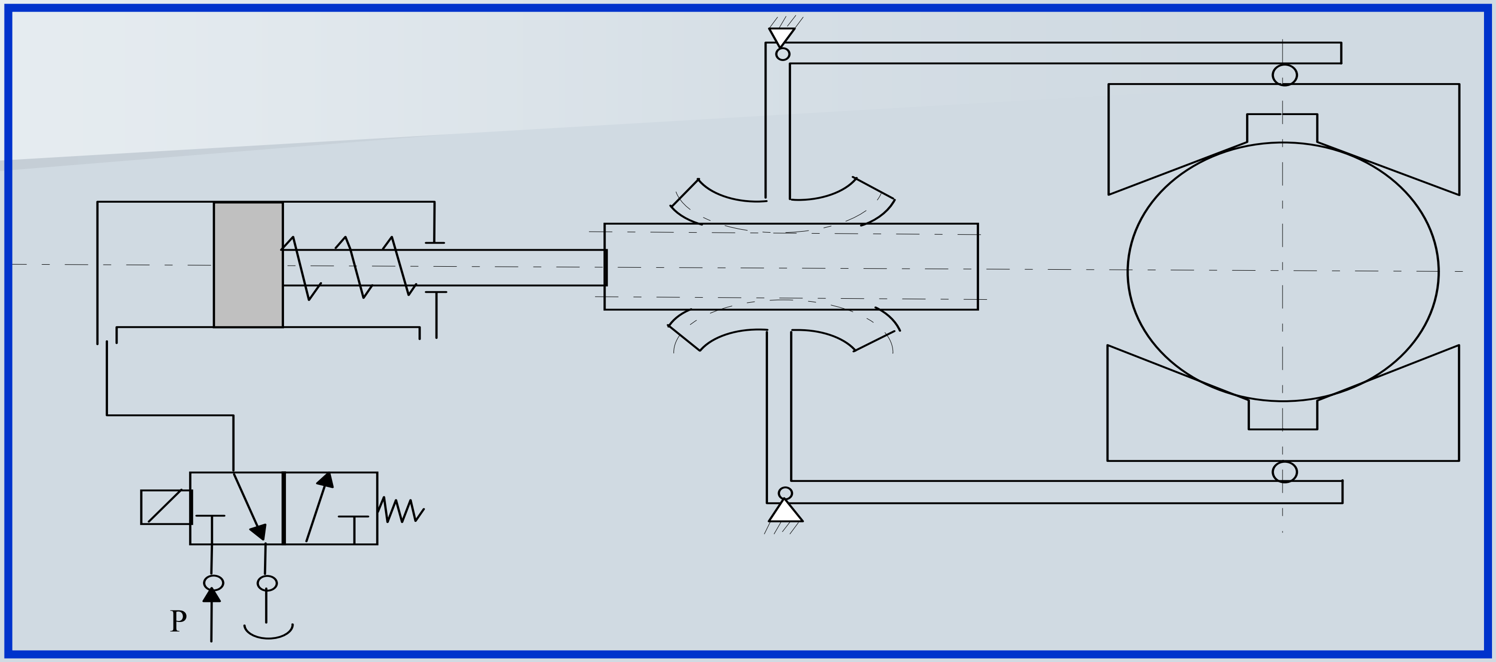
-Datorită rapidității de evoluție şi preciziei bune obținute la aceste mecanisme cu oprire pe limitator cap de cursă, acționările pneumatice sunt preferate, în cazul acestor mecanisme, şi la roboții cu alt tip de acționare (hidraulică sau electrică)

-De regulă, ca element de execuție se utilizează tot cilindri pneumatici sau motoare pneumatice cu rotație parțială

-În schema lor de acționare se utilizează distribuitori pneumatici cu două poziții de lucru, deoarece nu mai este necesară oprirea în diverse puncte ale cursei şi lipsesc elementele de reglare şi control ale debitelor.

UNIVERSITATEA TEHNICA GHEORGHE ASACHI DIN IASI
FACULTATEA DE MECANICA

Acţionarea pneumatică a unui mecanism de apucare



OBS:
-Distribuitorul este cu două poziții şi trei orificii
- Dacă cilindrul ar fi fost necesar cu dublă acțiune, atunci distribuitorul ar fi trebuit să aibă patru orificii
-Comanda distribuitoarelor poate fi electrică dar şi pneumatică, având în vedere posibilitatea evoluției într-un program secvențial a unui grup de mecanisme, spre exemplu cele ce manipulează după un anumit ciclu de lucru o piesă

UNIVERSITATEA TEHNICA GHEORGHE ASACHI DIN IASI
FACULTATEA DE MECANICA

Structuri speciale de unităţi pneumatice de acţionare

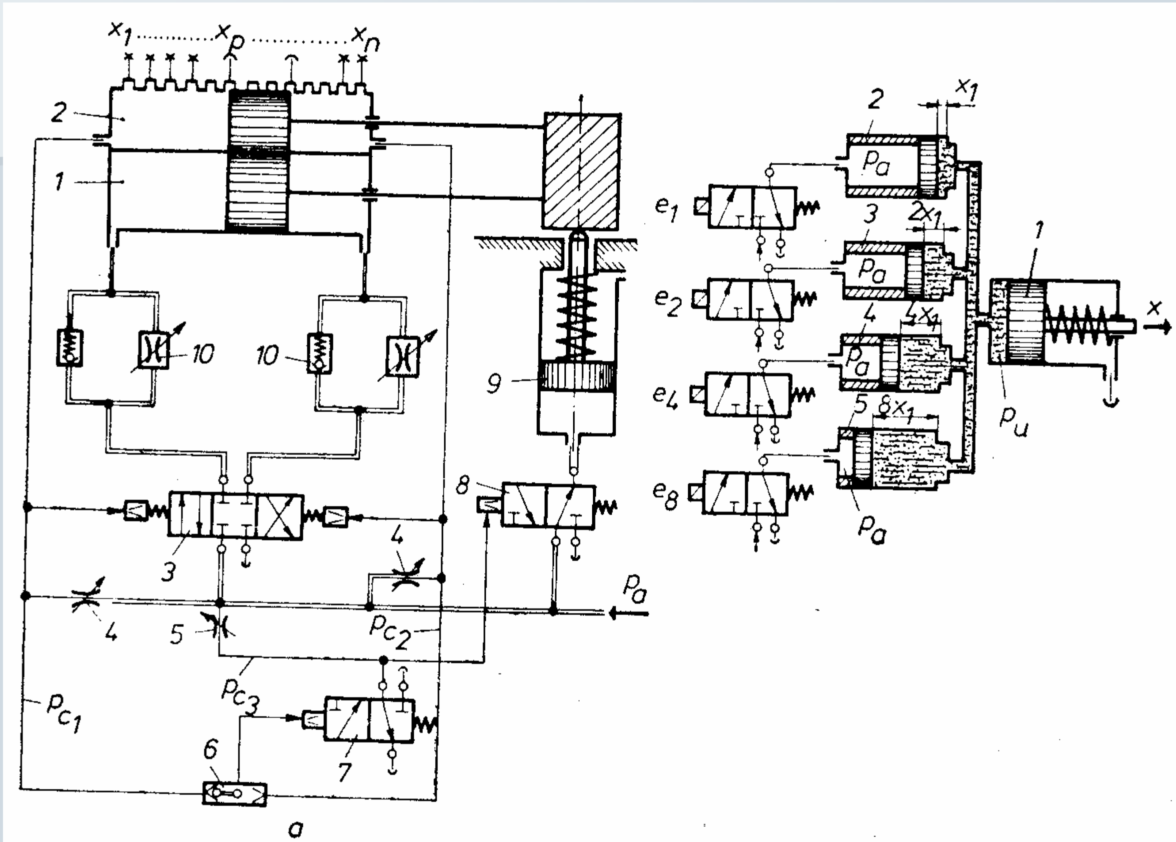
În scopul creşterii performanțelor unităților pneumatice de acționare există preocupări multiple, axate în principal pe obținerea unei precizii de poziționare mărite

- **Cunoaşterea şi controlul proceselor termodinamice care guvernează evoluția sistemului constituit de unitatea de acționare**

- **Adopt area de soluții precum:**
  - **- motoarele pas cu pas liniare şi rotative;**
  - **- sistemele de frânare eficiente;**
  - **- dispozitivele speciale de poziționare;**
  - **- distribuitoarele pneumatice proporționale de debit;**
  - **- soluții optime de comandă şi control.**

UNIVERSITATEA TEHNICA GHEORGHE ASACHI DIN IASI
FACULTATEA DE MECANICA

Unitate de poziţionare specială



UNIVERSITATEA TEHNICA GHEORGHE ASACHI DIN IASI
FACULTATEA DE MECANICA

PREPARAREA AERULUI

A. USCAREA AERULUI COMPRIMAT

Efectele apei aflată în aerul comprimat utilizat ca agent de lucru sunt:

- **la temperaturi scăzute poate forma dopuri de gheaţă în conducte sau în aparate, scoţând instalaţia din funcţiune;**
- **corodează componentele din oţel din aparate;**
- **micşorează viteza de comutare a aparatelor sau chiar le blochează;**
- **în amestec cu uleiul de ungere formează un amestec ce incetineste viteza de comutare a aparatelor sau chiar le blocheaza.**

Parametri ce caracterizează umiditatea:

- **Punctul de rouă** - este temperatura la care trebuie răcită o masă de aer pentru a obține un anumit grad de uscare a sa, prin eliminarea apei conținută sub formă de vapori. Cu cât această temperatură este mai mică, cu atât mai multă apă conținută în aer este condensată şi eliminată. Uzual, aerul se usuca la un punct de rouă situat între 2°C şi 5°C. În practică, de multe ori este necesar să calculăm cantitatea de apă conținută de aer sub formă de vapori. Diagrama (curba) punctului de rouă este un instrument care facilitează rezolvarea acestei probleme.
- **Umiditatea absolută** (U_a) - este cantitatea de apă conținută de 1 m^3 de aer la un moment dat, în condiții oarecare. Se măsoară în [g/m^3].
- **Umiditatea de saturație** (U_s) - este cantitatea maximă de apă ce poate fi preluată sub formă de vapori de 1 m^3 de aer la o temperatură dată. Se măsoară în [g/m^3].
- **Umiditatea relativă** (U_r) - este raportul dintre umiditatea absolută şi umiditatea de saturație:

$$U_r = \frac{U_a}{U_s} \times 100 \ [\%]$$

UNIVERSITATEA TEHNICA GHEORGHE ASACHI DIN IASI
FACULTATEA DE MECANICA

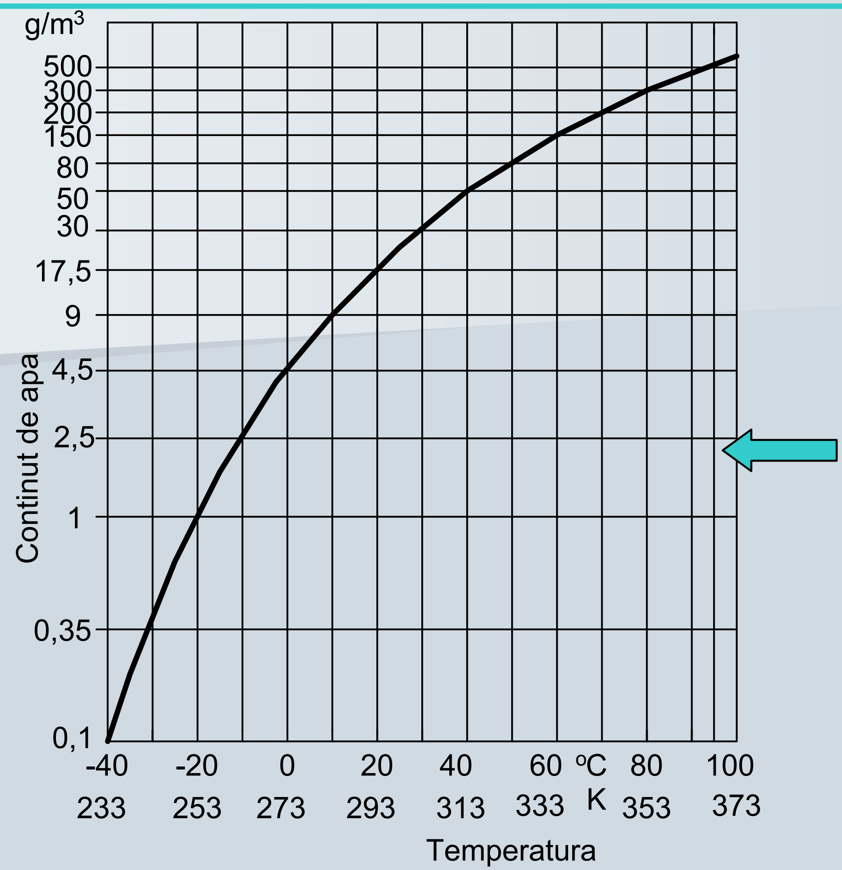


Diagrama punctului de rouă

OBS.:

- **arată variaţia conţinutului maxim de apă din aer în funcţie de temperatură.**
- **se observă că pe măsură ce scade temperatura, scade şi conţinutul de apă; interpretând această diagramă tragem concluzia că o metodă de uscare a aerului ar fi răcirea acestuia.**

❖ **Principala modalitate de limitare a accesului apei în instalaţia pneumatică este uscarea aerului, prin diferite metode.**

❖ **Această măsură se completează cu măsuri de evitare a condensării apei în circuitele pneumatice, prin menţinerea unei temperaturi cât mai constante şi depărtate de punctul de rouă a aerului, între punctele de intrare şi de ieşire din instalaţie, precum şi cu măsuri de colectare şi evacuare a apei condensată în circuite.**

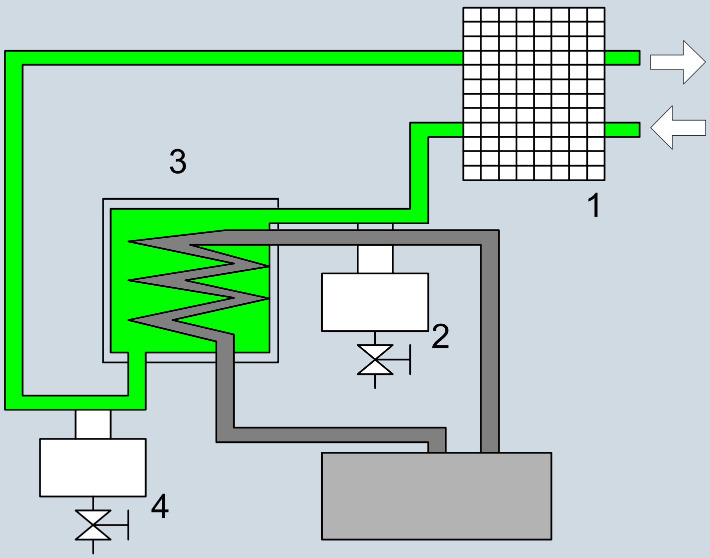
❖ **Practic, alegerea metodei optime de uscare presupune un calcul tehnico-economic şi luarea în considerare a mai multor factori, din care putem aminti: tipul de compresor utilizat, gradul de uscare a aerului cerut de consumator, aşezarea geografică a consumatorului de aer comprimat, etc.**

Metode de uscare a aerului

- I. Prin răcire;
- II. Prin adsorbţie;
- III. Prin absorbţie;
- IV. Prin separare
- V. Prin supracomprimare.

I. Uscarea aerului prin răcire

Este cea mai întâlnită metodă de răcire; funcţionează economic, sigur, iar întreţinerea instalaţiei este ieftină. Prin răcire se poate atinge punctul de rouă de 2oC - 5oC.



Aerul intră în instalaţie având o temperatură relativ ridicată, datorită procesului de comprimare şi traversează schimbătorul de căldură 1, unde cedează o parte din căldură.

În această fază se produce o primă condensare a vaporilor de apă, iar lichidul rezultat este colectat în rezervorul colector 2.

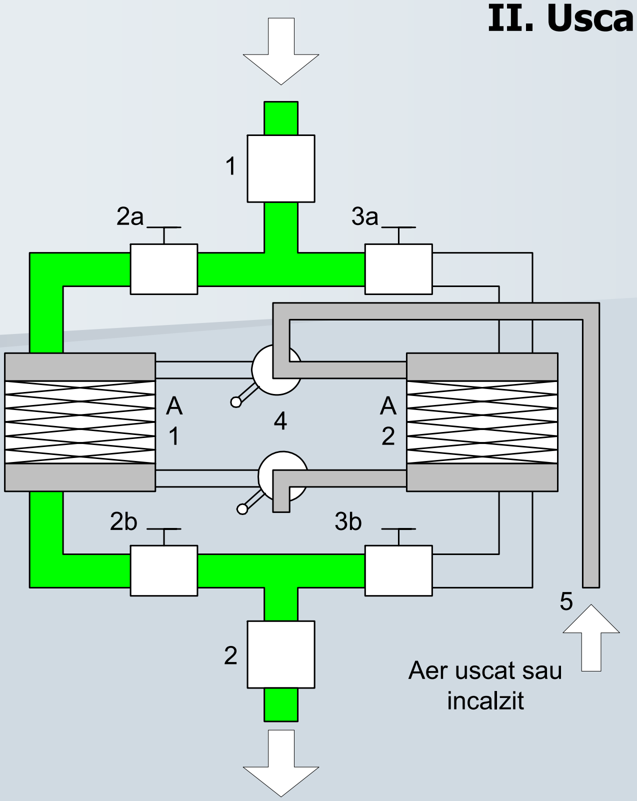
Mai departe, aerul intră în răcitorul propriu-zis 3, unde suferă o răcire puternică şi cedează, prin condensare, o mare parte a apei conţinută sub formă de vapori, care este colectată în rezervorul 4, de unde va fi evacuat

Înainte de ieşirea din instalaţia de uscare, aerul trece iarăşi prin schimbătorul de căldură, unde recuperează o parte din căldura cedată iniţial, ajungând la o temperatură apropiată de cea optimă pentru buna funcţionare a instalaţiei.

Desigur că aceste procese sunt controlate prin automatizarea, în mai mică sau în mai mare măsură, a instalaţiei. Această metodă de uscare este larg folosită, datorită fiabilităţii, consumului redus de energie şi eficienţei.

UNIVERSITATEA TEHNICA GHEORGHE ASACHI DIN IASI
FACULTATEA DE MECANICA

II. Uscarea prin adsorbţie



Metoda se bazează pe fenomenul de adsorbţie, ce constă în depunerea particulelor de apă pe suprafaţa unor cristale de dioxid de siliciu sau altă substanţă cu proprietăţi adsorbante.

Aerul comprimat pătrunde în instalaţie prin filtrul 1, care are rolul de a reţine uleiul provenit din compresor si impuritatile, traversează robinetul 2a (robinetul 3a este închis) şi pătrunde în adsorberul A1.

Particulele de apă conţinute în aer se depun pe cristalele adsorbante aflate în recipient, iar aerul uscat iese prin partea inferioară a adsorberului A1, traversează robinetul 2b (robinetul 3b este închis), trece prin filtrul 2, care reţine particulele de adsorbant antrenate de curentul de aer şi intră în circuitul de alimentare a consumatorilor.

În momentul în care particulele de adsorbant sunt complet acoperite cu apă, adsorberul A1 este saturat, iar eficienţa lui scade.

Funcţionarea sa în parametri de eficienţă presupune decuplarea adsorberului şi regenerarea substanţei adsorbante.

Din acest motiv instalaţiile de uscare de acest tip sunt prevăzute cu două adsorbere care funcţionează alternativ: când unul usucă aerul, celălalt este regenerat; adsorberul A2 este izolat faţă de aerul comprimat prin robinetele 3a şi 3b care sunt închise şi este traversat de un curent de aer uscat sau incalzit, prin conducta 5. Aerul uscat (cald) produce vaporizarea apei colectată în adsorber şi o evacuează în atmosferă. Când adsorberul A1 este saturat, robinetele 2a şi 2b se închid, robinetele 3a şi 3b se deschid, iar robinetele 4 comută.

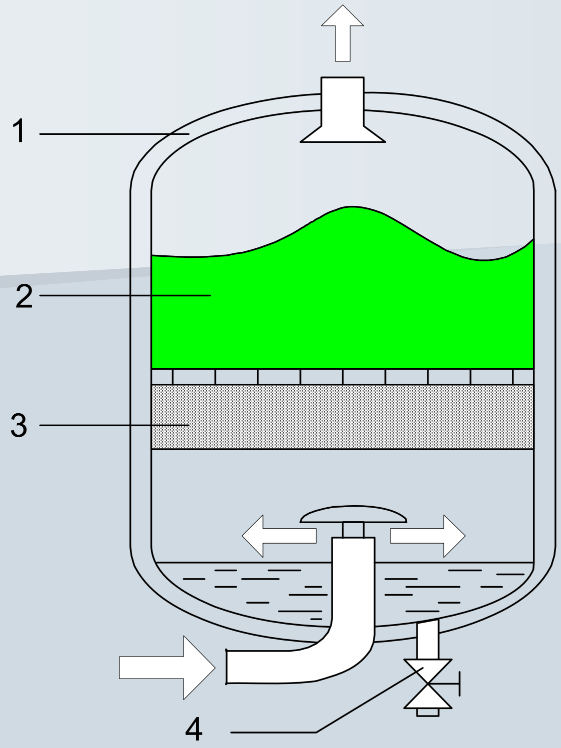
În acest fel, adsorberul A2 preia uscarea aerului, iar adsorberul A1 se regenerează.

Deşi are o bună eficienţă, datorită costului ridicat al substanţei adsorbante şi consumului mare de energie, acest tip de uscător se utilizează în aplicaţiile unde se cere uscare la un punct de rouă foarte scăzut.

UNIVERSITATEA TEHNICA GHEORGHE ASACHI DIN IASI
FACULTATEA DE MECANICA

UNIVERSITATEA TEHNICA GHEORGHE ASACHI DIN IASI
FACULTATEA DE MECANICA

III. Uscarea prin absorbţie



Este un proces pur chimic, ce constă în reacţia dintre apa conţinută în aerul comprimat şi o substanţă chimică granulată, care în contact cu apa formează un compus fluid care se separă gravitaţional şi este evacuat din instalaţie

În recipientul 1, pe patul filtrant 2 se aplică substanţa absorbantă 3, sub formă de granule. Aerul intră pe la partea inferioară în absorber şi traversează stratul absorbant; apa conţinută sub formă de vapori intră în reacţie cu substanţa absorbantă, iar compusul rezultat se scurge prin patul filtrant la partea inferioară a recipientului, de unde este evacuată prin purja 4.

Deşi are unele avantaje: instalare uşoară, construcţie simplă, nu are piese în mişcare, nu consumă energie, întreţinere uşoară, este puţin folosit datorită costului mare a substanţei absorbante, care trebuie completată de câteva ori pe an şi al eficienţei scăzute.

IV. Uscarea prin separare

a. utilizind membrane

Principiul de functionare se bazeaza pe prezenta unei diafragme prin care trec doar moleculele de apa, realizind astfel separarea de aer. Si la aceasta metoda, o parte din aerul uscat este folosit pentru indepartarea apei condensata in uscator

b. utilizind centrifugarea

Daca unei mase de aer ce contine apa sub forma de vapori i se imprima o miscare elicoidala intr-un recipient, forta centrifuga ce ia nastere datorita acestei miscari arunca la peretele recipientului moleculele de apa, care sint mai grele. Apa se scurge intr-un vas colector, de unde este eliminata

UNIVERSITATEA TEHNICA GHEORGHE ASACHI DIN IASI
FACULTATEA DE MECANICA

V. Uscarea prin supracomprimare

Uscarea prin supracomprimare se bazează pe efectul de eliminare a apei din aerul comprimat, prin condensare, pe măsură ce presiunea acestuia creşte. Deoarece comprimarea înaltă a aerului este problematică, această metodă de uscare este eficientă în combinaţie cu celelalte metode de uscare cunoscute.

Un anumit grad de uscare prin comprimare se obţine chiar în rezervorul tampon, care este prevăzut cu sistem de purjare.

În aplicaţi nu este judicioasă, din punct de vedere economic, o uscare foarte puternică, ea trebuie corelată cu cerinţele de utilizare ale instalaţiilor consumatoare.

În general, se acceptă aer uscat până la 10°C punct de rouă.

Pentru a impiedica condensarea vaporilor de apa in instalatie, uscarea aerului trebuie completată atit cu măsuri de menţinere cât mai constantă a temperaturii acestuia între punctul de intrare în instalaţie şi cel de ieşire, cit si cu masuri de mentinere la o temperatura cit mai apropiata de cea a mediului ambiant

Parametrii principali care influenteaza dimensionarea uscatorului si modul in care acestia actioneaza

1. Debitul de aer comprimat:

DEBIT MARE → USCATOR MAI MARE

OBS.:
Este evident ca, pe masura ce debitul de aer care trebuie "prelucrat" creste, trebuie sa creasca si capacitatea uscatorului de a prelua respectivul debit

2. Temperatura aerului comprimat:

TEMPERATURA MARE → USCATOR MAI MARE

OBS.:

- **La iesirea din compresor temperatura poate atinge 200^0 C. Este obligatoriu ca aceasta sa fie redusa si mentinuta in jurul valorii de minim10^0 C iarna si de maxim 30^0 C vara, dar in nici un caz sa nu depaseasca 50^0 C**

- **De exemplu, daca pretul unui uscator ce functioneaza la un debit de aer de 1500 m3/h, la temperatura de 45^0C este de aproximativ 23000 euro, pretul unui uscator ce functioneaza la acelasi debit, dar la temperatura de 35^0 C este de aproximativ 11500 euro. Concluzia este ca scaderea temperaturii aerului la intrarea in uscator cu doar 10^0 C permite economisirea sumei de 11500 euro la achizitionarea uscatorului**

UNIVERSITATEA TEHNICA GHEORGHE ASACHI DIN IASI
FACULTATEA DE MECANICA

3. Presiunea de lucru:

PRESIUNE MARE → USCATOR MAI MIC

Ce se intimpla intr-o instalatie pneumatica in absenta masurilor de uscare?

Exemplul de mai jos este edificator in aceasta privinta:

Exemplu de calcul:

Se cere cantitatea de apă aspirată de un compresor în următoarele condiţii:

- Debitul livrat de compresor: $\overset{o}{V} = 400 m^3/h$

- Temperatura aerului la ieşirea din compresor: t°=50° C

- Umiditatea relativă (se determină cu ajutorul higrometrului): U_r=60 %

- Timpul de funcţionare: T=8 ore

- Se determină umiditatea absolută: $U_a = \dfrac{U_r \times U_s}{100}$

- Din diagrama punctului de rouă, la 50° C (232 K) : Us=80 g/m3

Rezultă: $U_{abs} = \dfrac{60 \times 80}{100} = 48\ g/m^3$

Se poate determina cantitatea de apă absorbită într-o oră de funcționare:

$$M_{apa} = U_a \times \overset{o}{V} = 48\ g/m^3 \times 400\ m^3/h = 19200\ g/h = 19{,}2\ kg/h$$

şi cantitatea de apă absorbită în 8 ore: $M_{apa} = 19{,}2\ kg/h \times 8 = 153{,}6$ **kg** (sau litri).

UNIVERSITATEA TEHNICA GHEORGHE ASACHI DIN IASI
FACULTATEA DE MECANICA

FILTRAREA AERULUI

Impuritatile provin din mai multe surse de contaminare:

- **Din atmosfera, aspirate de compresor sau aspirate de aparatele pneumatice aflate in functiune; aceste impuritati pot fi in diferite stari de agregare:**
  - **-solida: praf, nisip;**
  - **-gazoasa: SO_2, NO_x, CO_2, CO, H_2S, vapori de ulei, etc;**
  - **-lichida: apa, aerosoli, etc;**
- **Din sistemul de lubrifiere al compresorului:**
  - **-ulei supraincalzit si murdar;**
  - **-particule abrazive;**
- **Din reteaua de conducte:**
  - **-rugina;**
  - **-tunder;**
  - **-condens;**
  - **-exfolieri de la acoperirile galvanice;**

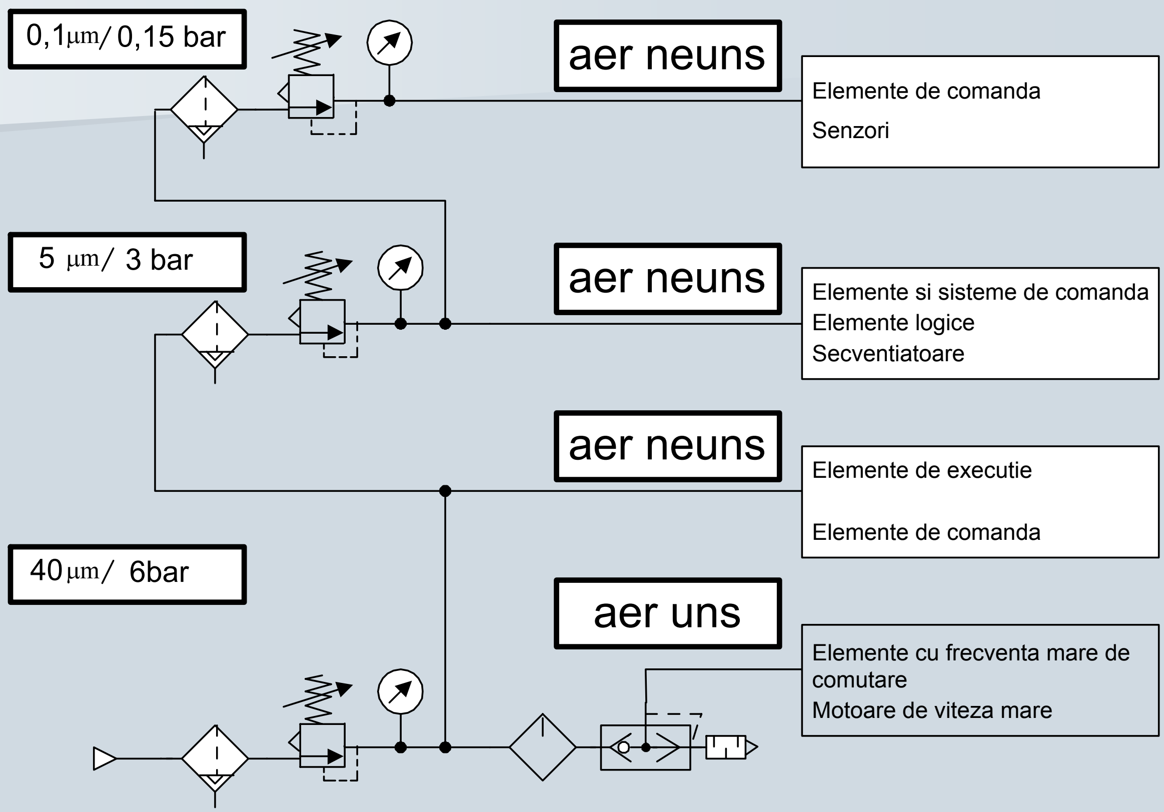
OBS.:
De calitatea filtrării depind fiabilitatea şi durabilitatea elementelor ce alcătuiesc instalaţia, precum şi performanţele sistemului, în ansamblu. In ultima instanta, calitatea filtrarii se rasfringe asupra costurilor de fabricatie, deci asupra pretului produselor

Standardele stabilesc patru trepte de filtrare, parametrul fiind finețea de filtrare:

Treapta I:	**Filtrări grosiere**	**50 - 100 μm**
Treapta II	**Filtrări medii**	**25 - 50 μm**
Treapta III	**Filtrări fine**	**10 - 25 μm**
Treapta IV	**Filtrări foarte fine**	**1 - 10 μm**

Producătorii de aparate pneumatice specifică în cataloagele de produse fineţea de filtrare necesară, iar producătorii de utilaje echipate pneumatic instalează filtre corespunzătoare si fac mentiunile corespunzatoare in documentatia tehnica ce insoteste utilajele respective

Reprezentare schematica a posibilelor necesitati de preparare a aerului, privind filtrarea si ungerea intr-o instalatie actionata pneumatic



UNIVERSITATEA TEHNICA GHEORGHE ASACHI DIN IASI
FACULTATEA DE MECANICA

UNIVERSITATEA TEHNICA GHEORGHE ASACHI DIN IASI
FACULTATEA DE MECANICA

Recomandare (orientativa) a fineţii de filtrare necesară

Nr	Categoria instalațiilor pneumatice	I	II	III	IV
1	Legături pneumatice obişnuite, rezervoare, acumula-toare, instalatii de acționare pneumatica realizate cu cilindri cu membrană	0	0		
2	Acționări pneumatice obişnuite, scule pneumatice (realizate cu cilindri cu piston, motoare rotative) aparatură cu secțiune minimă de 0,8 - 1 mm		0	0	
3	Acționări pneumatice cu un grad de siguranță foarte ridicat. Droselizări foarte fine, ajustaje alunecătoare foarte precise			0	0
4	Sisteme pneumatice de reglare automata. Dispozitive pneumatice de măsură si control				0

UNIVERSITATEA TEHNICA GHEORGHE ASACHI DIN IASI
FACULTATEA DE MECANICA

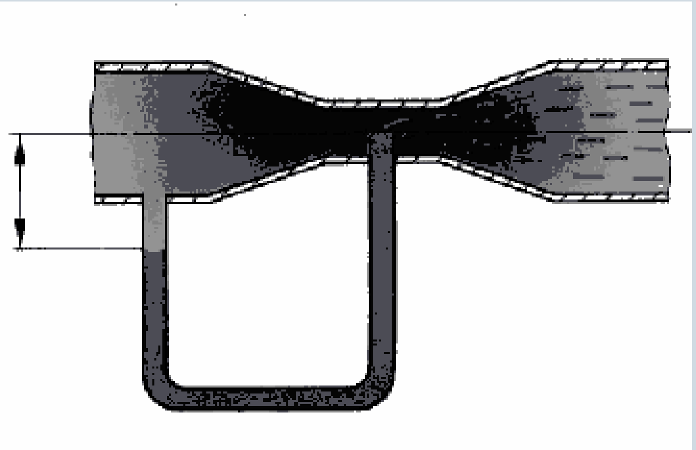
UNGEREA AERULUI

Din punct de vedere al ungerii exista trei tipuri de instalatii pneumatice:

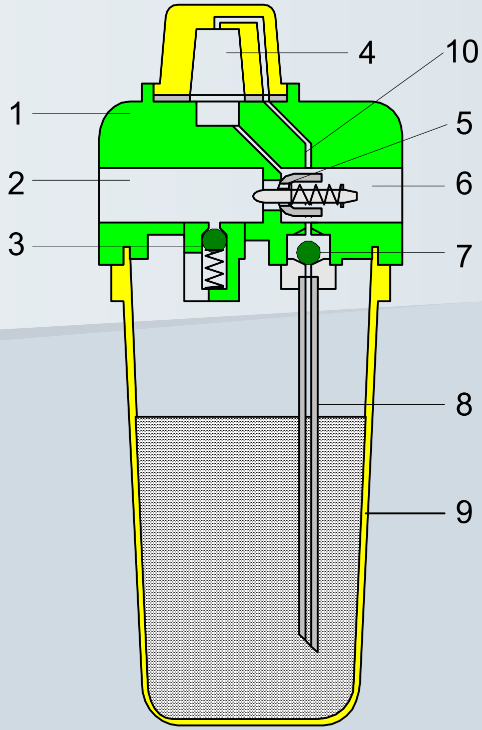
- instalatii care nu permit ungerea, aceasta daunind bunei functionari a echipamentelor ce o compun;

- instalatii la care ungerea este indiferenta, fiind o chestiune de optiune a utilizatorului;

- instalatii la care ungerea este obligatorie, de corectitudinea ei depinzind buna functionare si durata de viata a elementelor pneumatice; dispozitivele care asigură lubrifierea agentului de lucru se numesc ungătoare, iar funcţionarea lor se bazează pe principiul Venturi



UNIVERSITATEA TEHNICA GHEORGHE ASACHI DIN IASI
FACULTATEA DE MECANICA



Structura unui ungător:

1 -carcasa ungatorului;
2 -orificiu de intrare a aerului;
3 -supapă de sens;
4 -camera de picurare;
5 -sectiune ingustata;
6 -orificiu de iesire;
7 -supapa de sens;
8 -tub aductiune;
9 -pahar;
10-orificiu de aductiune a uleiului in camera de picurare (este conectat la tubul de aductiune, ocolind orificiul de iesire

Modul de funcţionare:

- aerul comprimat intră prin orificiul de alimentare 2, traversează secţiunea îngustată 5 şi iese prin orificiul 6.

- supapa de sens 3 este deschisă, iar aerul comprimat apasă asupra uleiului aflat în paharul 9; se observă că secţiunea îngustată este legată de secţiunea de intrare în ungător pe traseul: camera de picurare 4,canalul de aductiune 10, supapa 7, tubul de aductiune 8.

- diferenţa de presiune dintre cele două puncte determină urcarea uleiului în camera de picurare, de unde picătură cu picătură acesta se scurge prin canalul 10 şi intră în curentul de aer. La impactul cu jetul de aer, picăturile de ulei sunt pulverizate şi sunt preluate de curent sub formă de ceaţă fină.

- supapele de sens 3 şi 7 au rolul de a menţine ungatorul amorsat atunci când se opreşte alimentarea circuitului respectiv

UNIVERSITATEA TEHNICA GHEORGHE ASACHI DIN IASI
FACULTATEA DE MECANICA

OBS.:

-necesitatea ungerii echipamentelor pneumatice este discutabila, iar in practica aceasta chestiune nu este intotdeauna clarificata in documentatia tehnica ce insoteste utilajul echipat pneumatic.

De aceea, este necesar sa fie oferite citeva repere in aceasta directie; astfel, in absenta specificatiilor tehnice, se recomanda asigurarea lubrifierii in urmatoarele situatii:

- **pentru cilindrii pneumatici avind un diametru mai mare de 125 mm;**
- **pentru cilindrii pneumatici avind viteza de lucru foarte mica;**
- **pentru cilindrii pneumatici care lucreaza la viteze mai mari de 1m/s si sint alimentati cu aer uscat la un punct de roua sub –20 oC;**
- **in aplicatiile care realizeaza pozitionari exacte;**
- **pentru cilindrii pneumatici ai caror pistoane sint solicitate la forte laterale (radiale) mari;**
- **in situatia in care s-a asigurat ungerea in instalatie pentru cilindri pneumatici care nu necesitau ungere suplimentara, acestor cilindri este necesar sa li se asigure in continuare lubrifierea, deoarece ungerea suplimentara compromite ungerea asigurata la montaj**

UNIVERSITATEA TEHNICA GHEORGHE ASACHI DIN IASI
FACULTATEA DE MECANICA

Considerații economice asupra acționărilor pneumatice

- Este cunoscut faptul că prin răcire, atunci când este stocat în rezervor, aerul comprimat pierde o fracțiune din energia sa internă.
- De asemenea, aerul nu poate fi destins complet până la presiunea atmosferică în timpul funcționării unui motor, rezultând pierdere de energie.

Într-o instalație pneumatică unde compresiunea şi destinderea sunt adiabatice şi nu se ține seama de cele arătate mai sus, se pot estima procentual următoarele tipuri de pierderi energetice:

Frecări în compresor:	20%
Neetanşeități in compresor:	8%
Pierderi de energie internă prin răcire în recipient:	19%
Pierderi de energie internă prin răcire adiabatică:	36%
Total pierderi:	83%
Disponibil:	17%

Cu toate acestea, există tot mai multe situații când acționările pneumatice se impun ca fiind de neînlocuit sau chiar sunt mai avantajoase din punct de vedere economic. Exemplul următor este relevant:

Comparație între polizarea electrică şi cea pneumatică:

Costul energiei electrice este de 7,5 ori mai mic decât al energiei pneumatice, dar costul total al operației executată electric este de 1,4 ori mai mare decât al celei executată pneumatic, datorită costului personalului de întreținere şi al echipamentelor.

UNIVERSITATEA TEHNICA GHEORGHE ASACHI DIN IASI
FACULTATEA DE MECANICA

AVANTAJELE ŞI DEZAVANTAJELE COMENZILOR ELECTROPNEUMATICE

Cauza aparitiei:
- necesitatea de a minimiza timpul afectat ciclurilor de funcționare a instalațiilor
- de a mari flexibilitatea acestor instalatii, cu scopul eficientizării proceselor de producție.

Avantaje:

1. Utilizarea comenzilor electropneumatice permite realizarea de instalații funcționând în ciclu automat, deci cu productivitate mare.
2. Utilizarea semnalelor electrice conferă rapiditate etajului de comandă (semnalul electric circulă mai repede decât cel pneumatic, aparatele electrice comută mai repede decât cele pneumatice).
3. Echipamentele electrice sunt, de multe ori, mai ieftine decât cele pneumatice.
4. Semnalul electric nu este sensibil la variații de temperatură şi la variații de direcție a suportului.
5. Cu puteri mici, deci cu consum energetic redus, se comandă puteri mari (în etajul de execuție).
6. Gabaritul şi flexibilitatea suportului pentru semnalul electric (conductorul) sunt superioare, calitativ vorbind, gabaritului şi flexibilității suportului semnalului pneumatic (furtun, țeavă).
7. Instalațiile echipate electropneumatic pot fi programate (comandate) prin intermediul programatoarelor electronice şi/sau a calculatoarelor de proces.

UNIVERSITATEA TEHNICA GHEORGHE ASACHI DIN IASI
FACULTATEA DE MECANICA

OBS.

1. **combinarea comenzii electrice cu electronica oferă o mare flexibilitate circuitelor electropneumatice, permițând modificarea rapidă şi facilă a parametrilor funcționali (în spațiu şi timp), afişarea şi semnalizarea, precum şi interpretarea lor.**

2.De exemplu, prin interpretarea (prelucrarea) unor parametri funcționali în cadrul unui program special conceput, în cazul apariției unui defect, instalația poate autodiagnostica defectul, oferind operatorului date precise şi sigure privind localizarea defectului (aparatul defect) şi, în funcție de complexitatea programului şi a instalației, poate oferi informații şi despre cauzele defectului

Dezavantaje:

1. Instalațiile echipate electropneumatic depind de două surse de energie: pneumatică şi electrică.

2. Sunt necesare instalații suplimentare specifice, scumpe şi cu gabarit mare: transformatoare, tablouri electrice, etc.

3. Aplicațiile circuitelor electropneumatice sunt limitate datorită pericolului de incendiu, explozie.

4. Există pericol de accidente prin electroctrocutare.

UNIVERSITATEA TEHNICA GHEORGHE ASACHI DIN IASI
FACULTATEA DE MECANICA

ACȚIONAREA ELECTRICĂ

Avantaje:

- **disponibilităţi de energie electrică;**
- **simplitatea racordării motoarelor electrice la reţeaua de distribuţie;**
- **construcţie robustă şi fiabilitate mare a motoarelor electrice;**
- **costul redus al instalării;**
- **modalitate simplă de reglare a mişcării;**
- **compatibilitate cu sistemul de comandă şi cu construcţia senzorilor.**

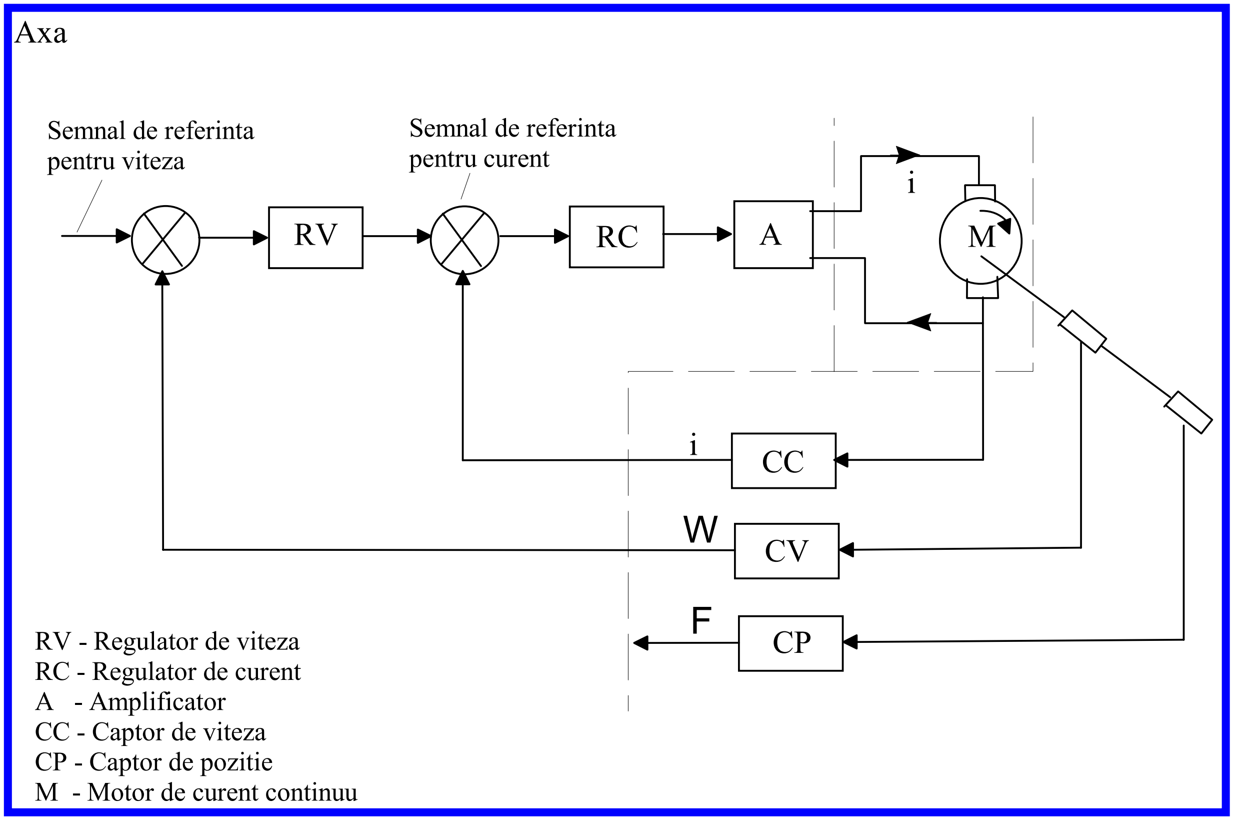
Dezavantaj major al unei astfel de acţionări este necesitatea utilizării unei transmisii mecanice pentru adaptarea vitezei unghiulare şi a momentului motor la cerinţele concrete ale cuplei cinematice

Tipurile de motoare electrice utilizate :

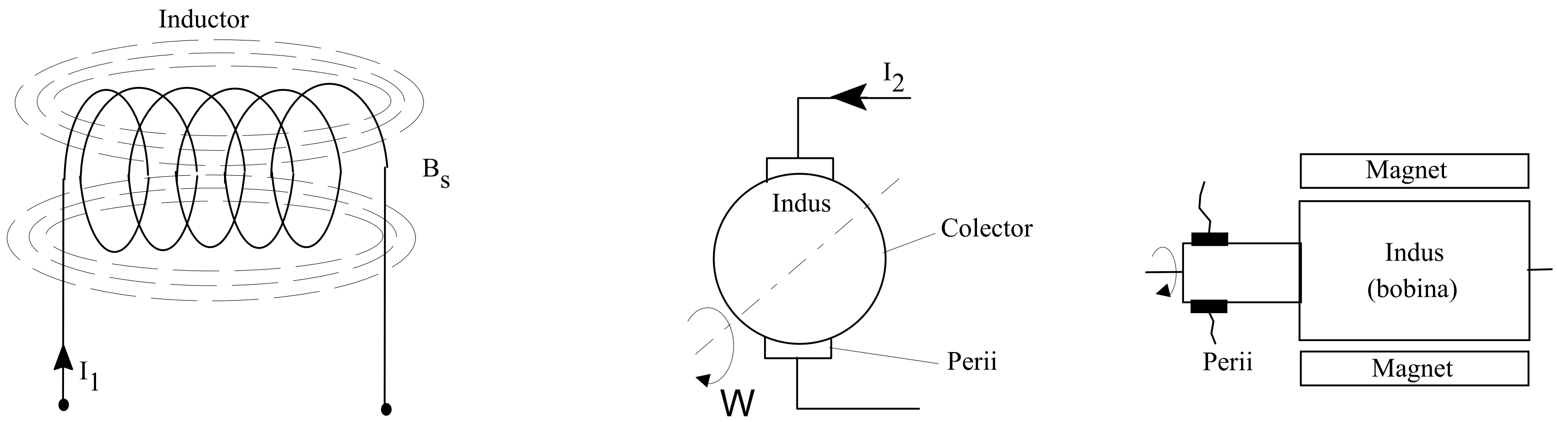
- **motoarele electrice de curent continuu,**
- **servomotoarele de curent continuu,**
- **motoarele electrice pas cu pas,**
- **motoarele asincrone trifazate şi motoarele electrice liniare**

Motoare electrice de curent continuu

Comanda motorului electric de curent continuu în sistem buclă închisă



Principiul de funcționare



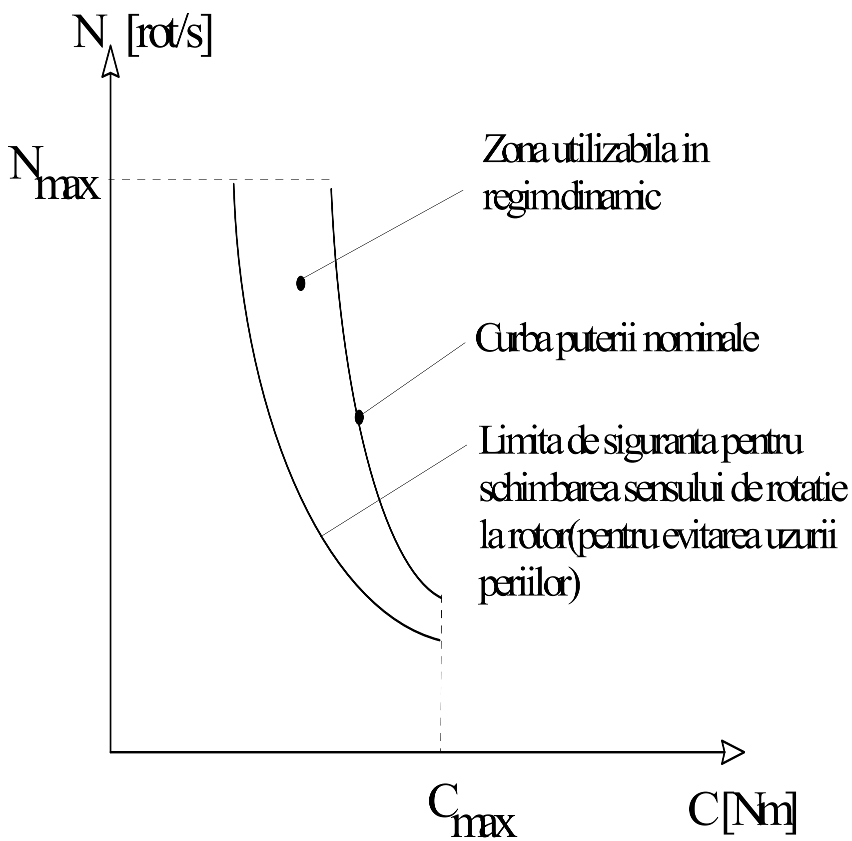
Schema funcțională a motorului electric de curent continuu

UNIVERSITATEA TEHNICA GHEORGHE ASACHI DIN IASI
FACULTATEA DE MECANICA

Caracteristicile motorului de curent continuu

a) Cuplul motor, $C = k \cdot I\Phi$, *[Nm]*

b) Viteza de rotație: $N = \dfrac{U - RI}{k \cdot \Phi}$



Graficul cuplu-viteză la motorul de curent continuu

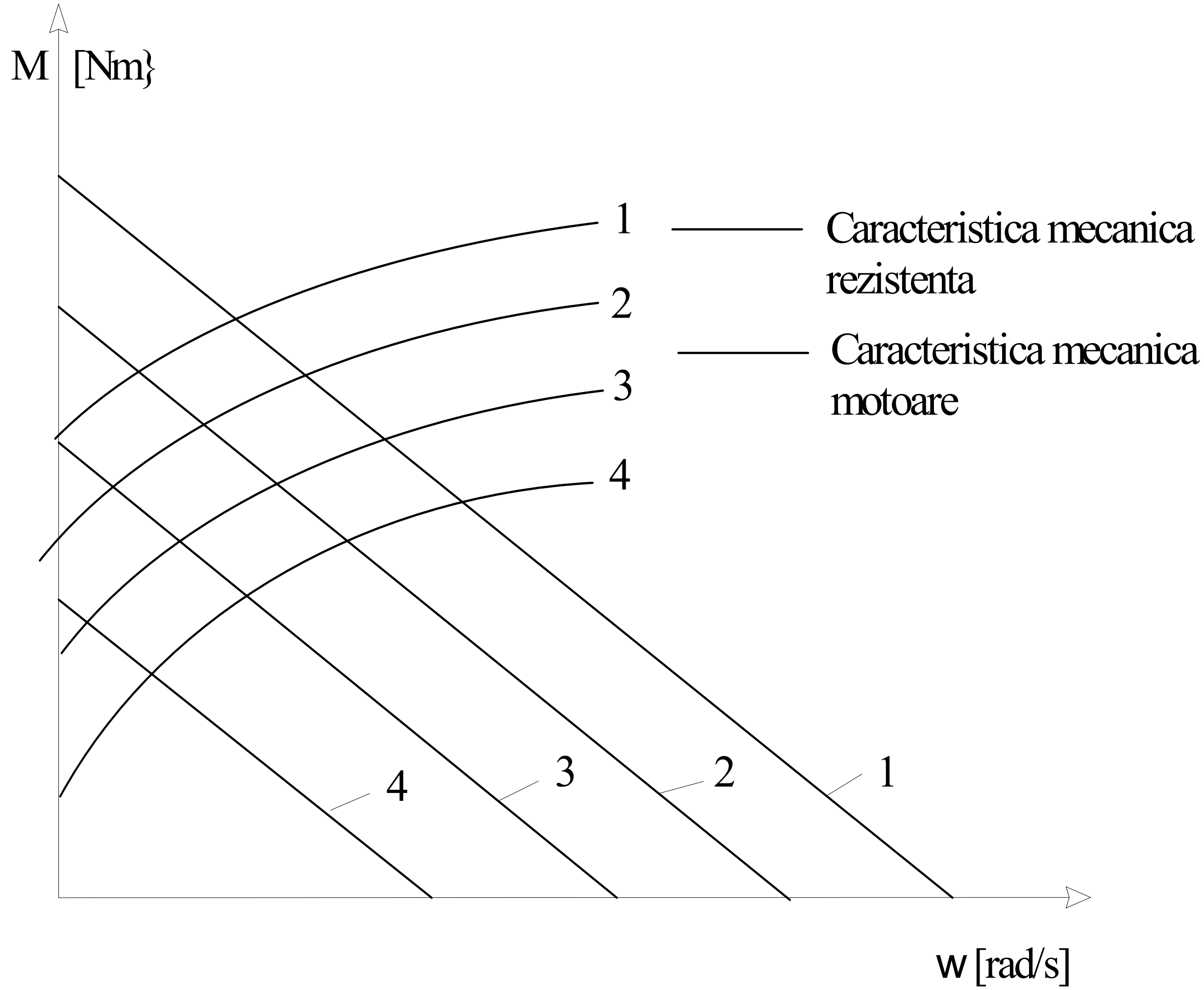
UNIVERSITATEA TEHNICA GHEORGHE ASACHI DIN IASI
FACULTATEA DE MECANICA

Analizând acest tip de acționare rezultă următoarele:

- se asigură uşor variația vitezei;
- se asigură un cuplu relativ mare la turații mici şi totodată fiind uşor de controlat;
- cost mediu spre ridicat;
- se produce o încălzire importantă a motorului;
- greutate mare a ansamblului motor - variator;
- funcționarea la viteze mari poate crea arc electric între perii şi colector şi o uzură prematură a acestora.

Motoarele electrice de curent continuu cu excitație în serie asigură un moment mare de demarare şi o reglare uşoară a vitezei unghiulare.

UNIVERSITATEA TEHNICA GHEORGHE ASACHI DIN IASI
FACULTATEA DE MECANICA



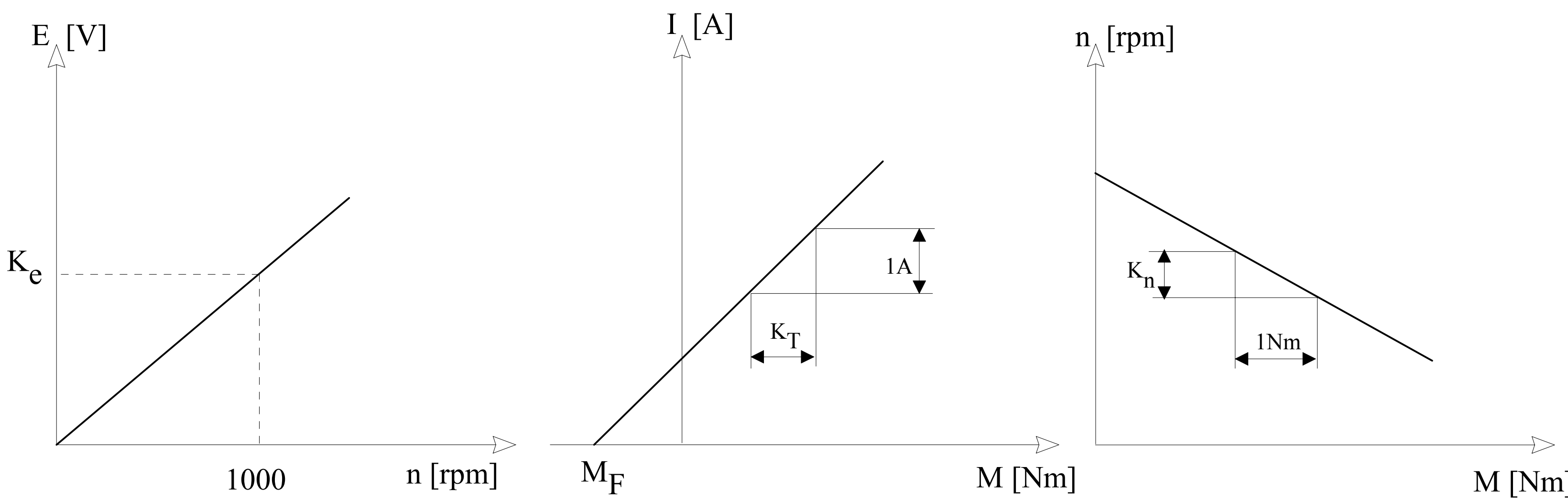
Caracteristicile mecanice ale unui motor de curent continuu cu excitație în serie

Servomotoarele de curent continuu

Din punct de vedere constructiv servomotoarele de curent continuu pot fi:
- cu rotor cilindric;
- cu rotor disc (sau cu întrefier axial);
- cu rotor pahar (cu bobină mobilă).

Parametrii de funcționare ai servomotoarelor de curent continuu cu rotor disc

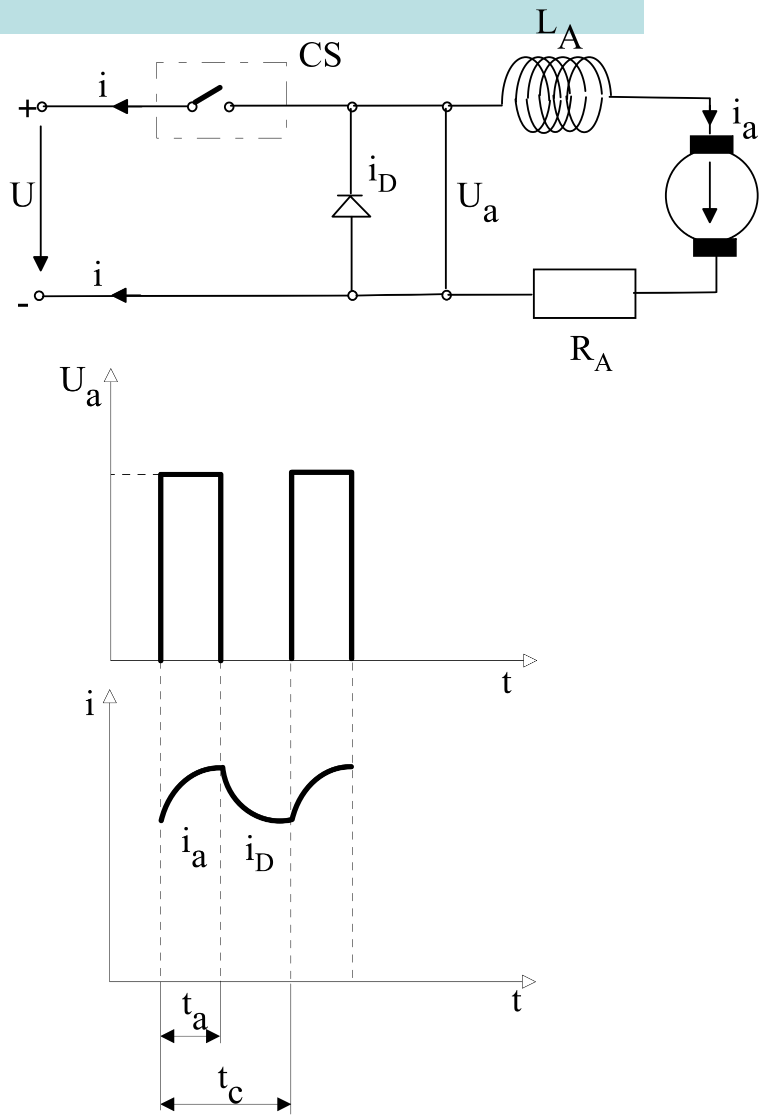
- tensiunea electromotare la 1000 rpm , *Ke* (fig. a)
- cuplul pe amper, KT şi cuplul de frecare uscată, *MF* (fig. b)
- căderea de turație în sarcină la tensiune constantă, *Kn* (fig. c)
- momentul impulsional, *Mimp* , pe care îl poate dezvolta în regimuri tranzitorii şi intermitente



(a) (b) (c)

Sisteme de variație a turației arborelui de ieşire (a tensiunii)

a) Variator static de tensiune continuă

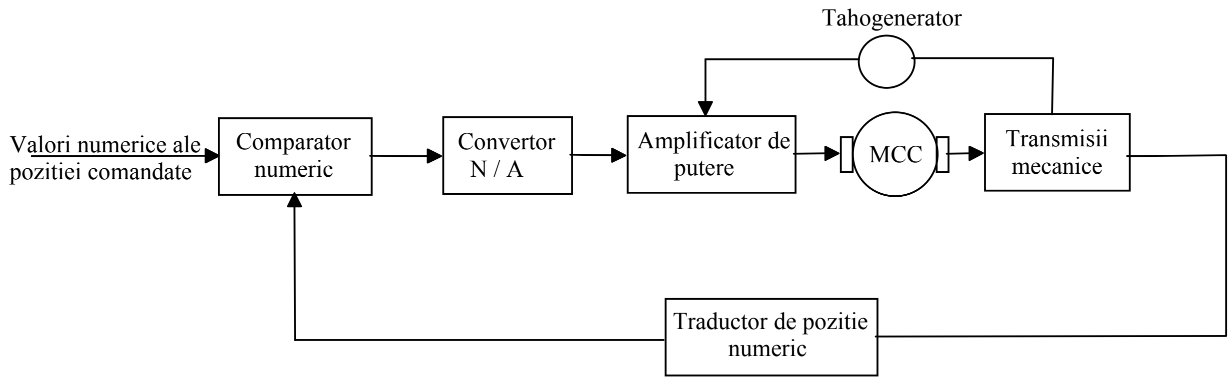


MOTOARE ELECTRICE PAS CU PAS

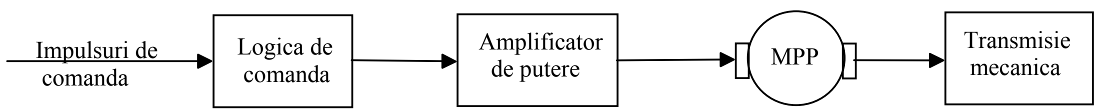
Avantaje:

- poziționarea exactă a elementelor cuplelor cinematice conducătoare;
- face posibilă realizarea celor mai simple sisteme de reglare a poziției în circuit deschis, fără utilizarea traductoarelor în structura lor, datorită conversiei univoce a impulsului electric în pas unghiular.

Dezavantajul major il constituie micşorarea sensibilă a momentului motor în cazul frecvențelor ridicate ale impulsurilor rezultând limitarea vitezei cuplei conducătoare



(a)



(b)

înlocuirea servomotorului de curent continuu (MCC) funcționând în buclă închisă (fig. a) cu motor pas cu pas (MPP) în buclă deschisă (fig. b) duce la eliminarea convertoarelor numerice analogice (NA), a amplificatoarelor de putere, a traductoarelor de poziție şi viteză,

Tipurile de bază de motoare pas cu pas sunt:

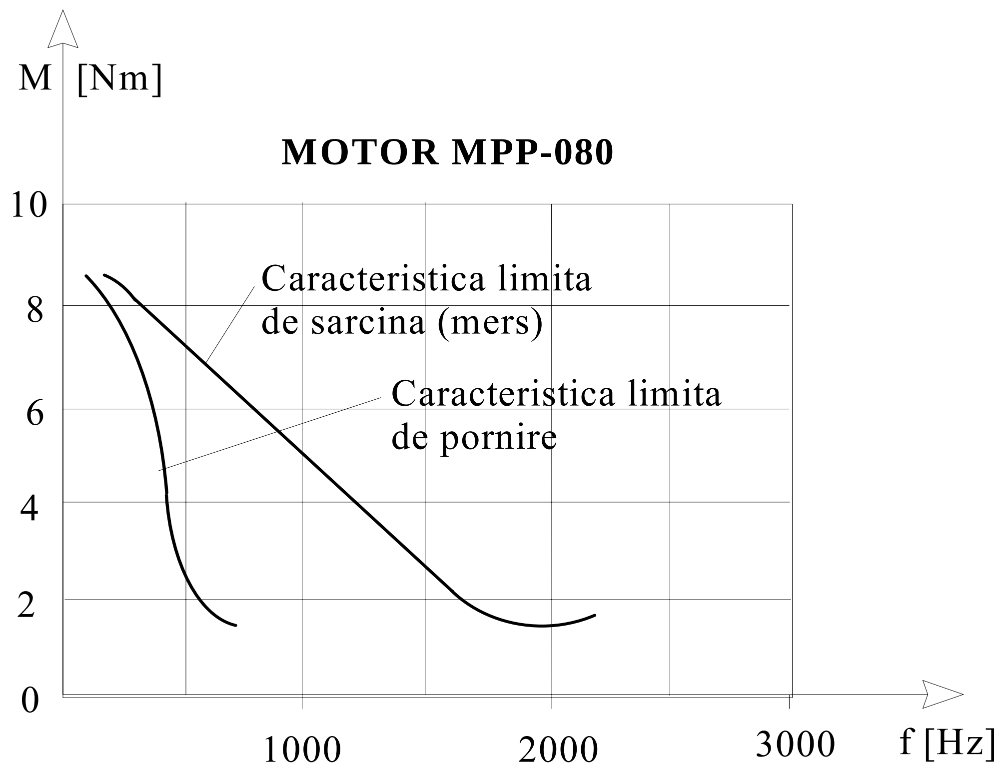
a) Motoare pas cu pas de *tip activ*

b) Motoare pas cu pas de *tip reactiv*

a) Motoarele pas cu pas de *tip activ* au în componența rotorului magneți permanenți sau electromagneți cu înfăşurare de excitație, capetele infăşurării fiind scoase la inelele colectoare.

b) Motoarele pas cu pas de *tip reactiv* au rotorul executat sub forma unui cilindru feromagnetic dințat ce poate fi executat cu un număr mare de poli. Pasul poate fi de până la 10 , aceasta permițând micşorarea vitezei unghiulare absolute.

Caracteristicile limită ale motorului pas cu pas



UNIVERSITATEA TEHNICA GHEORGHE ASACHI DIN IASI
FACULTATEA DE MECANICA

MOTOARE ASINCRONE TRIFAZATE

Incovienente - constă în sistemul de reglare automată a parametrilor acestor motoare deoarece ele se comportă nefavorabil la variația vitezei în ambele sensuri de rotație, cuplul depinzând de curentul din stator şi de viteza de rotație, în timp ce curentul indus în rotor este dificil de controlat

Caracteristici:

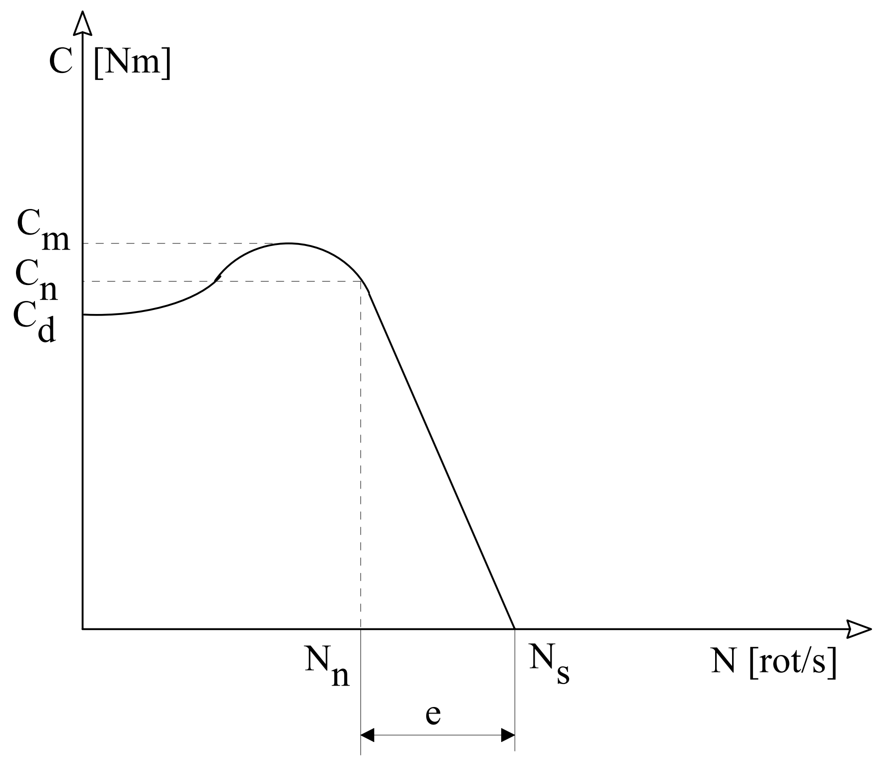
a) N_s - turația de sincronism: $N_s = f/p$ = const. [rot/s]

în care: f = frecventa [Hz]; p = numărul de perechi de poli pe fiecare fază.

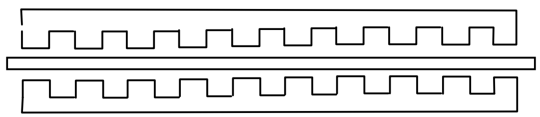
a) C_d - cuplul de pornire;

b) C_n - cuplul nominal;

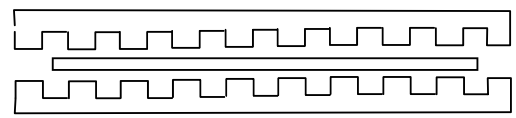
c) e - alunecarea internă: $e = N_s - N_n$ unde N_n - turația nominală ($N_n < N_s$).



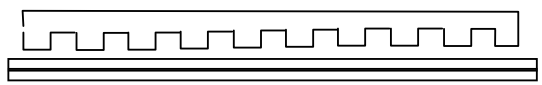
MOTORUL ELECTRIC LINIAR



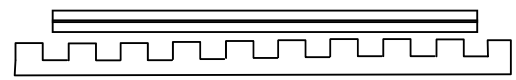
(a)



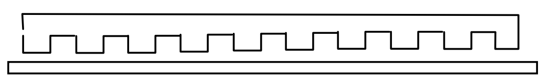
(d)



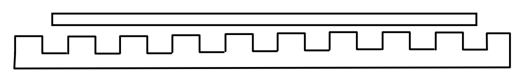
(b)



(e)



(c)



(f)

a şi d - cu *dublu inductor şi indus nemagnetic*; b şi e - cu *simplu inductor şi indus compozit*; c şi f - cu *simplu inductor şi indus masiv magnetic*;

- *inductor scurt* şi *indus lung* (a, b, c,) sau cu *inductor lung* şi *indus scurt* (d, e, f).

Tendințe în construcția de motoare electrice pentru acționarea sistemelor mecatronice

- creşterea performanțelor sistemelor de acționare, concomitent cu simplificarea acestora şi reducerea masei şi volumului motoarelor pentru a reduce inerția şi creşte cuplul motor.

reducerea volumului şi masei motoarelor electrice, firme specializate oferind motoare cu *rotor plat din material plastic* cu conductori lipți, motoare în *formă de inel*, plate, motoare *lungi* dar de diametre foarte mici.

in atenția proiectanților stau şi materialele utilizate la construcția motoarelor electrice. S-au construit motoare cu *inductor din magneți metalici* (aliaje de fier, cobalt, nichel, aluminiu, cupru) în locul magneților de ferită. De asemenea, s-au utilizat *pământuri rare* (samariu - cobalt, Sm- Co5, cu 65 % Co) sau *materiale magnetice noi* din fier-niobiu-bor, introduse de firma Electro-Craft din SUA, după 1970, care au dat posibilitatea măririi cuplului la aceleaşi dimensiuni ale motorului şi păstrarea caracteristicilor magnetice la variații mari ale temperaturii.

în scopul reducerii masei motoarelor electrice s-au realizat construcții de carcase din aliaje uşoare şi materiale compozite.

ACTUATORI SPECIALI

CLASIFICARE (dupa modul de obtinere a actionarii)**:**

Interactiunea campurilor (interactiunea campurilor magnetice, a curentului electric cu campuri magnetice, interactiunea sarcinilor electrice)
Cursa nelimitata: micromotoare de curent continuu si curent alternativ, asincrone si sincrone
Cursa limitata: micromotoare liniare de curent continuu, microelectromagneti

Interactiunea mecanica (actiunea unui agent fizic -lichid sau gaz de regula- a carui presiune sau debit determina deplasarea sau deformarea unor elemente active)
Rotativi : micromotoare cu palete cu cursa nelimitata sau limitata
Liniari : cilindri
Cu elemente deformabile: tub flexibil, tub Bourdon, rotativi (tub rasucit sau tub anizotropic, curbat)

Deformatii limitate (liniare sau unghiulare)

Au in structura *elementele active* (unul sau mai multe materiale „inteligente” care se deformeaza controlat liniar si unghiular). Aceste deformatii pot fi transformate in miscare continua de translatie sau rotatie si amplificate prin intermediul unor mecanisme (*transmisii prin forma* – mecanism cu clichet, roti dintate, surub-piulita si pinion-cremaliera; *micropgrip*; *frictiune*)

Functie de natura semnalului de intrare utilizat pentru deformarea controlata a elementului activ:

Actuatori comandati termic (flux de caldura):
- actuatori pe baza de bimetale;
- actuatori pe baza de aliaje cu memoria formei;

Actuatori comandati electric (prin intermediul intensitatii campului elctric):
- actuatori piezoelectrici (elemente active din piezocristale, piezoceramici, piezipolimeri);
- actuatori electroreologici.

Actuatori comandati magnetic (prin inductie magnetica):
- actuatori magnetostrictivi;
- actuatori pe baza de ferofluide.

Actuatori comandati optic (optoelectric sau optotermic):
- actuatori termo-/ electro – fotostrictivi;
- actuatori piro-piezoelectrici;

Actuatori comandati chimic:
- muschi artificiali.

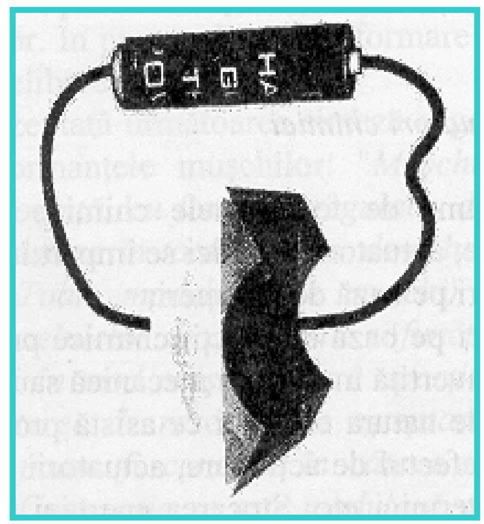
Actuatori bazati pe alte fenomene fizice.

Actuatori chimici (randament 30%-60%)

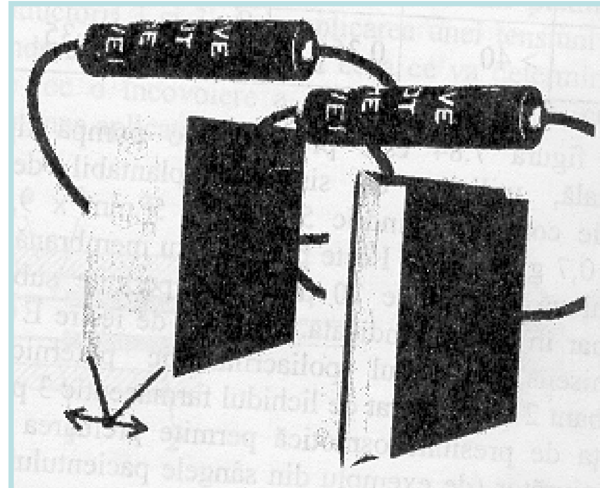
a) pe baza de polimeri

- *geluri polimerice* (retea de legaturi incrucisate a unui polimer) – mareste volumul de 1000 ori (reversibil); ex: alcoolul polivinilic (PVA), acidul poliacrilic (PAA) si poliacrilonitril (PAN).
- *polimeri conductivi* (composite organice) : polianilina (PAni). Polipirolul (PPY).
- polimeri electrostrictivi (elastomeri dielectrici) – polimeri pe baza de polimetilacrilat (PMMA).

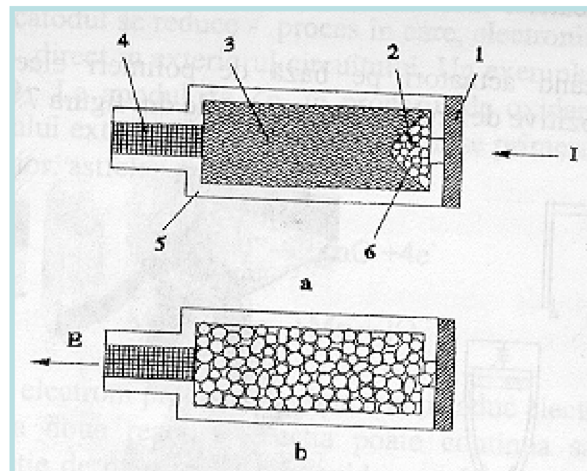
Actuator pe baza de polimeri conductivi



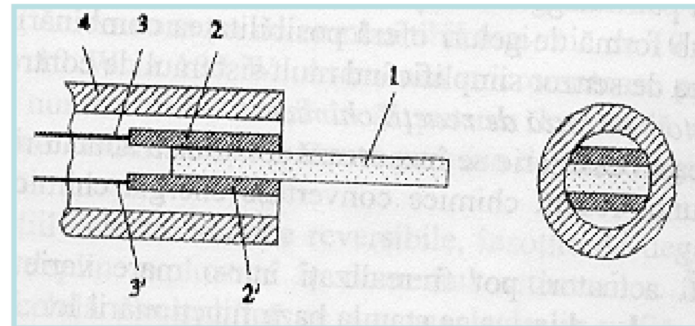
Actuator pe baza de polimeri electrostrictivi

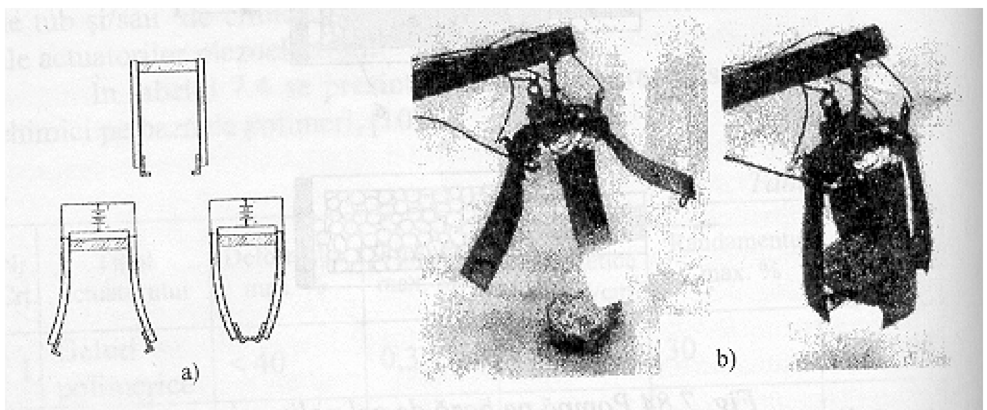


Pompa pe baza de gel polymeric



Actuator pe baza de film polymeric ionic conductiv





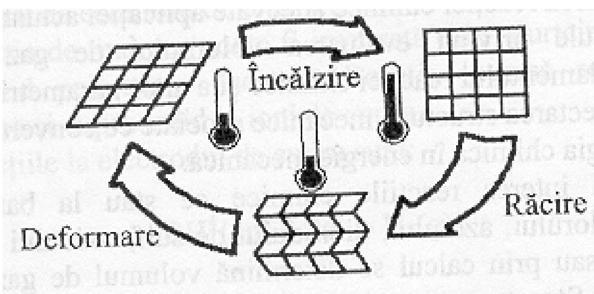
Dispozitiv de prindere

Actuatori pe baza de reactii chimice:

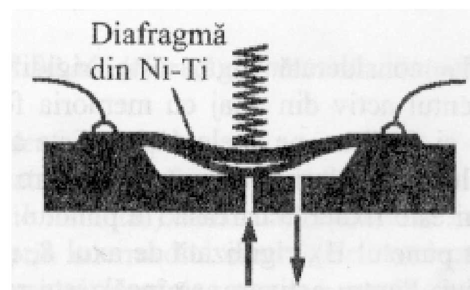
- motoare cu ardere interna;
- actuatori explozivi;
- actuatori ce se bazeaza pe oxidarea hidrocarburilor etc.

Actuator pe baza de aliaje cu memoria formei (aliaje Ni-Ti, Cu-Zn-X, Cu-Al-X) :

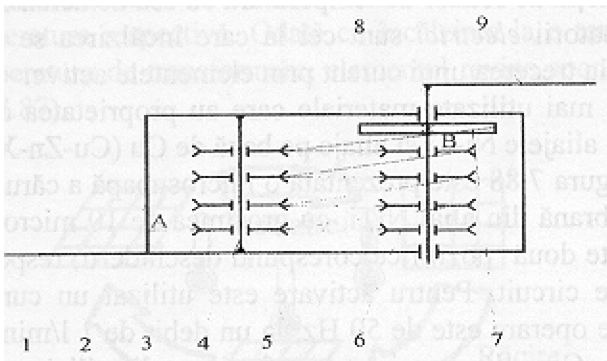
- termici
- electrici

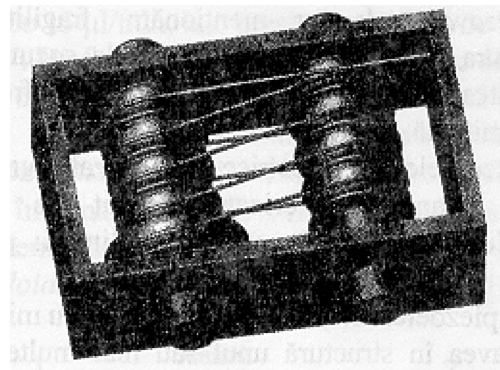


Transformarile structurale la memorarea formei



Microsupapa



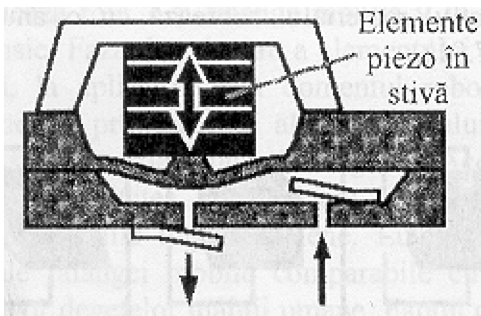


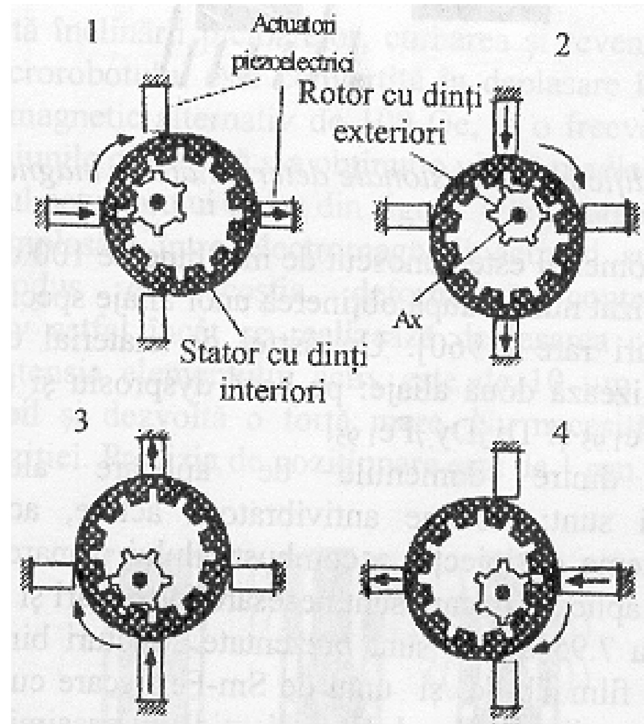
Actuator interfalangian

✓Actuatori piezoelectrici:

- liniari
- rotativi

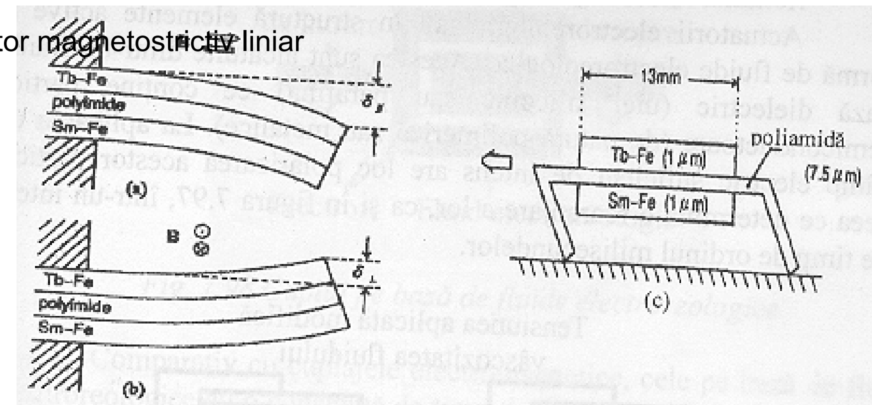
} miscare continua sau pas cu pas



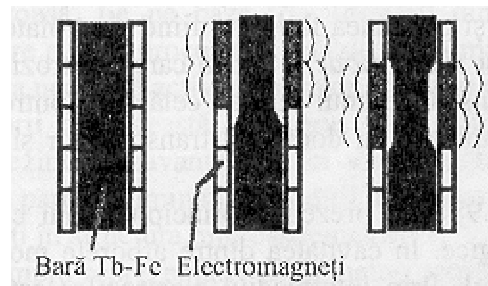


Actuatori magnetostrictivi

Actuator magnetostrictiv liniar

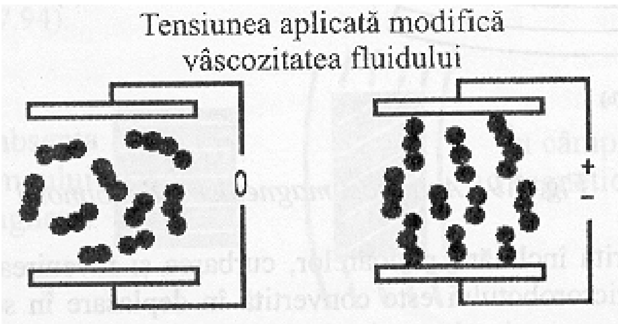


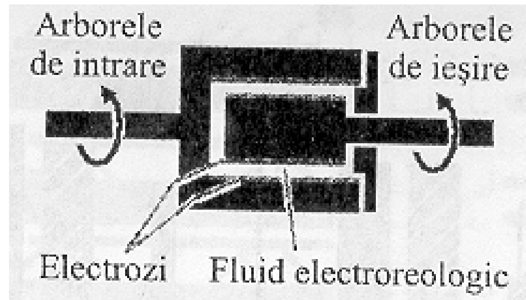
Actuatori magnetostrictivi bimorfi



Actuator magnetostrictiv liniar

Actuatori electroreologici

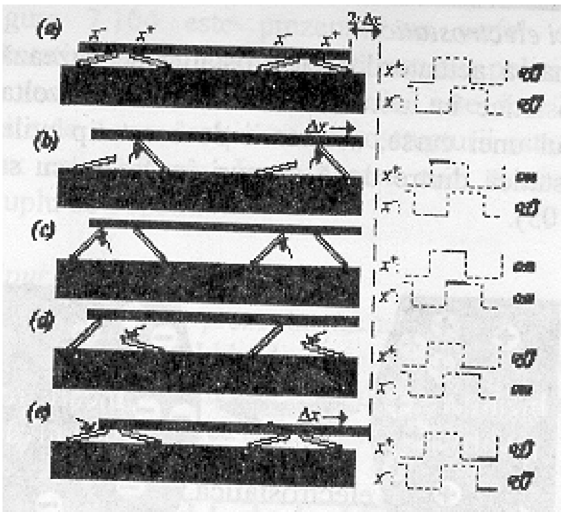




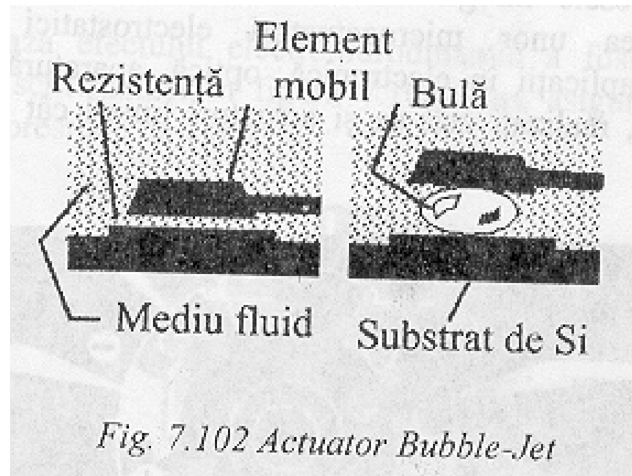
Principiul actuatorilor electroreologici

Cuplaj pe baza de fluide electoreologice

Actuatori termici

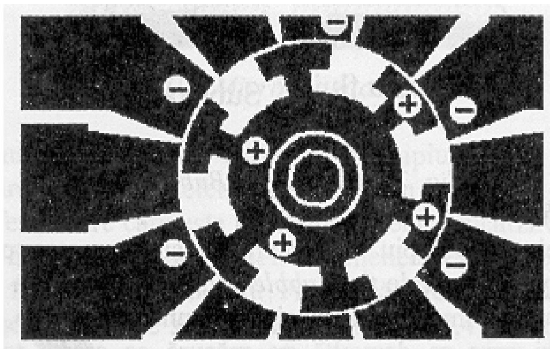


Sistem de deplasare pe baza de actuatori termici

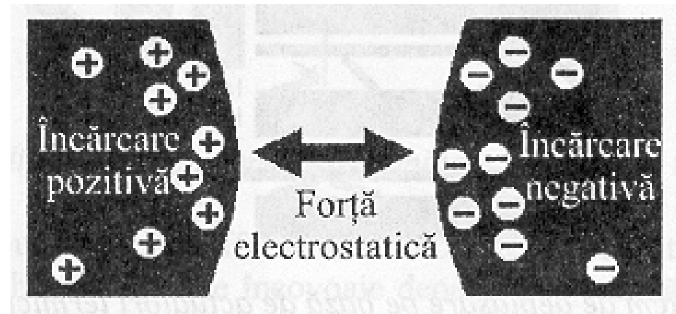


Actuator Bubble - Jet

Actuatori electrostatici



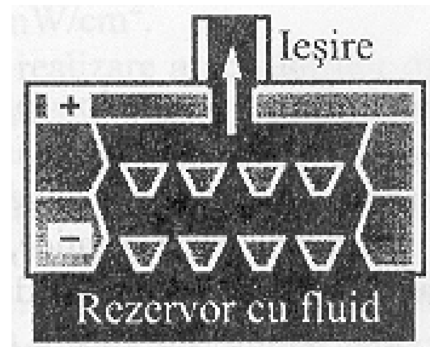
Microactuator electrostatic rotativ



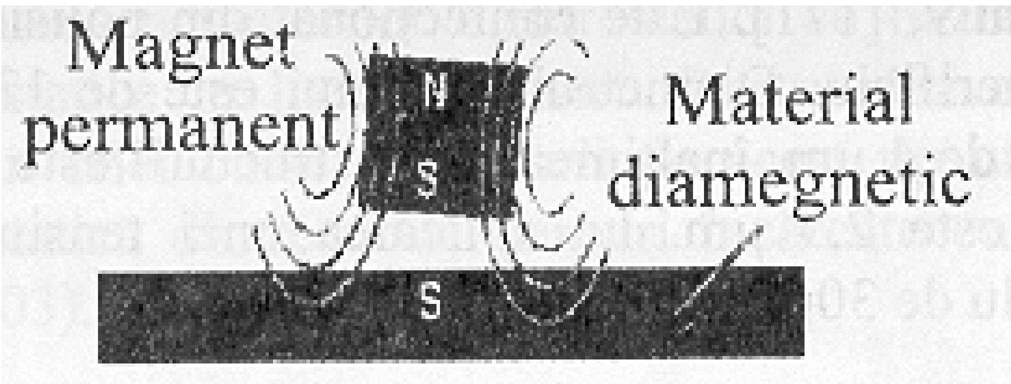
Principiul actuatorilor electrostatici

Principiul actuatorului electrohidrodinamic

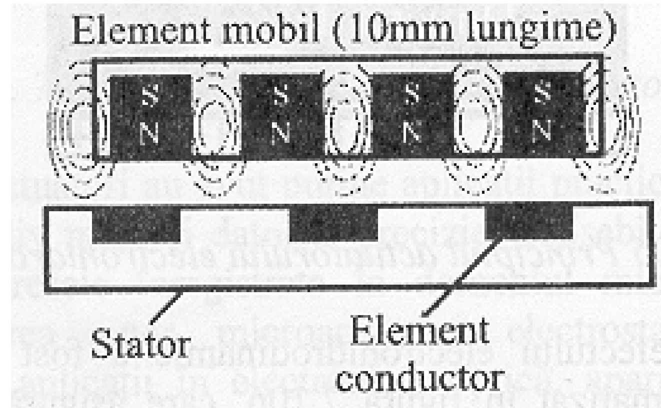




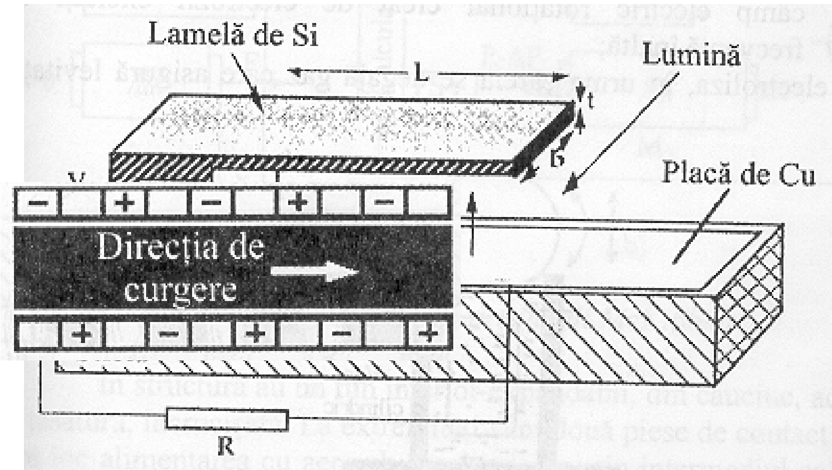
Micropompa electrohidrodinamica



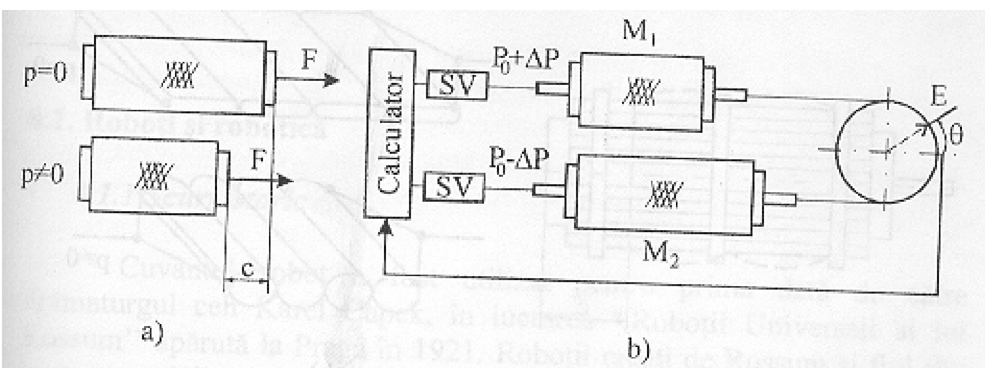
Principiul actuatorilor diamagnetici



Actuator liniar cu levitatie



Actuator optic



Muschi artificial McKibben